سلسلة علمية تصدر عن وحدة البحث والترجمة
قسم الجغرافيا بجامعة الكويت - الجمعية الجغرافية الكويتية

جيومورفولوجية

منطقة كاظمة

الخصائص الهيدروجيومورفولوجية للرواسب السطحية

(دراسة تطبيقية)

د. محمد إسماعيل الشيخ
قسم الجغرافية - جامعة الكويت

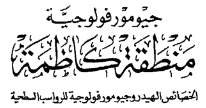
الكويت ١٩٩٢م

رسائل جغرافية

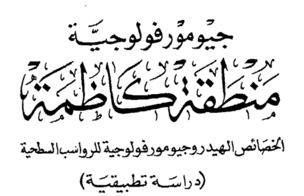
نشرة دورية محكمة تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

الجمعية الجغرافية الكويتية

جمعية علمية تهدف إلى النهوض بالدراسات والبحوث الجغرافية
وتوثيق الروابط بين المشتغلين في المجالات الجغرافية في داخل الكويت وخارجها


جيومورفولوجية
منطقة كاظمة
الخصائص الهيدروجيومورفولوجية للرواسب السطحية
(دراسة تطبيقية)

سلسلة علمية تصدر عن وحدة البحث والترجمة
قسم الجغرافيا بجامعة الكويت - الجمعية الجغرافية الكويتية



د. محمد اسماعيل الشيخ
قسم الجغرافية - جامعة الكويت

الكويت
١٩٩٢ م


بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة :

دأبت حكومة الكويت من خلال هيئاتها ومؤسساتها المختصة على تنفيذ خطة التخضير التي كانت قد رسمتها منذ عهد قريب وهيأت لها كل الوسائل والامكانيات العلمية منها والمادية. وضمن هذا الإطار فقد أختيرت المنطقة الواقعة شمال جون الكويت، والممتدة بين ساحل البحر من جهة الجنوب والجنوب الشرقي وبين أقدام الحافة الصخرية لجال الزور من جهة الشمال والشمال الغربي، لتُشكِّل في المستقبل حديقة وطنية **Parc national** للكويت ولتصبح رئة حقيقية للتجمع الحضري الكويتي المتزايد ومتنفساً طبيعياً له. أما القطاع الذي يمثل موضوع بحثنا الميداني هذا فيشكل قطاعاً صغيراً من تلك المنطقة المختارة، يمثلها أصدق تمثيل من وجهة النظر الطبيعية والبيئية كما يضم جميع وحداتها المورفو- بيدولوجية الهامة التي قمنا بتصنيفها وعرض أهم خصائصها الطبيعية باختصار شديد.

لقد قمنا باعداد خطة متكاملة لبحثنا هذا منذ حوالي ثلاث سنوات كما قمنا باجراء كافة الترتيبات العلمية والمخبرية اللازمة له بدعم مالي كامل من إدارة البحوث في جامعة الكويت* التي هيأت لنا فرصة الاطلاع على أحدث أساليب وطرق البحث العلمي الميداني المطبق في العديد من المناطق الجافة وشبه الجافة.

(*) بحث مدعمٌ من قبل جامعة الكويت - إدارة البحوث تحت رقم AG 006

وهكذا فقد اتيحت لنا فرصة زيارة بعض المعاهد العلمية ومراكز البحوث المتخصصة في هذا المجال منها مركز الجغرافية التطبيقية . centre de Géographie Appliqué C.G.A. ومركز الدراسات والأبحاث الايكوجغرافية centre d' Etudes et de Récherches Eco. Geographiques CEREG مما ساعد على اغناء البحث وتعميق منهجه وطريقته*

لقد ركزنا جل اهتمامنا في هذا البحث على دراسة الوسط الطبيعي من خلال التعرف على أهم خصائصه المميِّزة كما حاولنا جاهدين تحديد مدى حساسيته إزاء التطرف المناخي وضآلة معدلات التساقط وإزاء التدخل البشري العشوائي المفرط الذي أخلَّ بالتوازن البيئي القائم . لقد حرصنا في الوقت نفسه على تحاشي أي شكل من أشكال التعميم العلمي المطلق أو الاعتماد على نتائج وخلاصات دراسات سابقة تمت في مناطق مشابهة من صحارى العالم ، وبذلنا قصارى جهدنا لتحديد ديناميكية الوسط الطبيعي في القطاع المدروس من خلال متابعة التغيرات الهيدرولوجية في الرواسب السطحية وتحديد الخصائص الميكانيكية والحجم الحبيبي لتلك الرواسب وقياس محتواها الرطوبي وقدرة الاحتواء الرطوبي الخاص بكل منها Potentiel matriciel[1] ودرجة PF[2] المرتبطة به . لقد اعتمدنا في بحثنا هذا ، بطبيعة الحال ، على أساسيات علم الجيومورفولوجية في مجال جمع العينات والتحليل الميكانيكي لمكوناتها بهدف استكشاف العلاقة القائمة بين الخصائص الميكانيكية للرواسب وبين معدل احتوائها الرطوبي ، إلا أننا اعتمدنا في نفس الوقت على أساسيات علوم أخرى كعلم التربة pédoligie وعلم الهيدرولوجية

(*) عُرض المخطط الأولي لهذا البحث ونوقش أثناء الزيارة العلمية التي قام بها الباحث إلى مركز الجغرافيا التطبيقية CEREG C.G.A ومركز الدراسات والأبحاث الايكولوجية في ستراسبورج Strasbourg فرنسا في الفترة من ٢٢ إلى ٣٠ أيلول ـ سبتمبر من عام ١٩٨٨ .

بـالشكل الـذي يثبت قدرة الجيـومورفـولوجي خـاصة والجغـرافي بشكل عـام على ترسيخ دعائم بحثه العلمي عن طـريق استخدام منـاهج ومعـطيات علوم الأرض الأخرى ومن خلال الاستفادة من ترابط وتلاقي خلاصاتها ونتائجها.

هدف البحث:

يتلخص الهدف الأساسي لهـذا البحث الميداني في محـاولة استكشـاف الدور الـذي تلعبه الخصـائص الفيزيـائية للتشكيـلات السطحيـة في مختلف الـوحـدات المـورفوبيـدولوجيـة في القطاع المـدروس في مجال التغـيرات التي تـطرأ عـلى قـدرة الاحتـواء المائي لتلك التشكـلات potentiel matriciel أو السعة المـائية لهـا خـلال مختلف الفصول وخاصة خلال فصل الجفاف الـطويل. ولهـذا فلم نكن نستهدف متابعة تغيرات المحتوى المائي في تلك التشكلات السطحية فحسب بل عمدنـا إلى تحـديد المحتـوى المائي المتـاح eau disponible التي يمكن للنباتـات المـوجـودة في المنطقة أو لتلك التي سيتم استزراعها الإستفادة منه واستخدامه في دورتها الحياتيـة وفي نموها. وهكذا فقد تـركز جُـلّ اهتمامنـا على محـاولة الـربط بين قـدرة الاحتواء المائي للتشكلات السطحية المدروسة وبين الخصائص الفيزيائيـة لتلك التشكلات وخاصة التركيب الحجمي والحبيبي لها الذي يؤثر من خلال الخاصية الشعرية Ac-tions capillaires والـضغط الاسـمـوزي pression osmotiqusومن خـلال قـوة الالتحـام بحبيبات الـتربة Adhesion، وأخـيرا من خلال النسبـة المئويـة للماء غير المتـاح L'eau indisponible التي تـتحـدد عـن طـريق الحـجم الحـبيـبي لـتلك التشكـلات. فإذا كـانت نسبة هـذا الماء غـير المتاح تـتراوح بـين ١٥ الى ٢٠٪ في الـترب الطينيـة فإنها لا تـزيد عن ١٪ في الـترب والتشكلات الـرملية السـائدة في القطاع المدروس (محمود عبدو العودات ١٩٨٥).

(الشكل ١) الملامح العامة المورفو - بيدولوجية في منطقة الدراسة.

طريقة البحث :ـ

اعتمد البحث بشكل جوهري على الدراسة الميدانية، فقبل أن نبدأ جولات جمع العينات وتحديد التركيب الحجمي للرواسب وقياس محتواها المائي مع نهاية فصل الأمطار الربيعي لعام ١٩٨٩، كنا قد قمنا بدراسة استطلاعية للمنطقة بهدف التعرف على معالمها الطبيعية الهامة وتحديد العناصر التالية :

١ ـ عنصر الانحدار في مختلف أجزاء المنطقة المدروسة.

٢ ـ عنصر المنسوب فوق مستوى المد الأعلى

٣ ـ الظاهرات الجيومورفولوجية الرئيسية والأشكال الدقيقة للسطح .

٤ ـ التشكلات الجيولوجية والبيدولوجية السائدة في القطاع المدروس.

٥ ـ الحياة النباتية السائدة في المنطقة ومدى تدهورها.

وقد توصلنا من خلال هذه العناصر إلى تمييز الوحدات المورفو ـ بيدولوجية التي يشملها القطاع المدروس وهي :

١ ـ السبخات وخاصة الجافة منها.

٢ ـ حقول النباك أو الكثبان الساحلية.

٣ ـ الفرشات الرملية الحديثة الدنيا.

٤ ـ الفرشات الرملية الحديثة العليا.

٥ ـ بطون الأودية الجافة عند أقدام جال الزور (شكل ١).

وقد استهدفت أولى جولات جمع العينات تحديد الخصائص الميكانيكية للرواسب السطحية وذلك عن طريق اجراء التحليل الحجمي الحبيبي لعينات من تلك الرواسب مأخوذة على الأعماق التالية: ٥ سم، ٢٥ سم، ٧٥ سم، ١٢٥ سم. وقد اعتمدنا في عملية جمع العينات على تلك الأعماق طريقة الحفر اليدوي التقليدية، فبعد اختيار مواقع الحفر واحداثياتها ونقاط الارتكاز التي تمكن من الاهتداء اليها في كل جولة من الجولات، قمنا بانجاز حفر مستطيلة الشكل بطول

١٥٠ سم وعرض ٦٠ سم وعمق ١٢٥ سم، كما حرصنا على أن تكون جوانب كل حفرة من هذه الحفر رأسية قدر الامكان وخاصة لحظة التقاط كل عينة ووضعها في العبوات المخصصة لهذا الغرض.

لقد حرصنا أيضا على جمع العينات المخصصة لقياس وتحديد المحتوى المائي من نفس الحفر التي كنا قد جمعنا منها العينات المخصصة للتحليل الحجمي وعلى نفس الأعماق آنفة الذكر. ولعل ما دفعنا إلى التوغل بعيداً إلى هذه الأعماق (١٢٥ سم) هو قدرة المجموعة الجذرية للعديد من النباتات التي تتحمل الجفاف xerophytes على الذهاب بعيداً في أعماق التربة الرملية وذلك بحثاً عن الماء المتاح الذي تستطيع امتصاصه والإستفادة منه.

وتتلخص خطوات عملية جمع العينات في إيلاج أنبوبة معدنية في جوانب كل حفرة بشكل متعامد مع تلك الجوانب الرأسية وذلك على أربع مستويات هي ٥ سم، ٢٥ سم، ٧٥ سم، ١٢٥ سم من سطح الأرض بحيث تمتلىء تلك الأنبوبة بكمية من الرواسب يبلغ وزنها حوالي ٤٠٠ جرام، وبعدها يتم تفريغ الأنبوبة فوراً في عبوات مخصصة لهذا الغرض يجرى إغلاقها باحكام بعد لصق الغلاف البلاستيكي الخاص على فوهة تلك العبوات وذلك لمنع أي شكل من أشكال الضياع الممكن للماء أو للرطوبة التي تحتويها العينة عن طريق التبخر. وقد كان يتم قياس وتحديد المحتوى المائي ـ الرطوبي في كل عينة مباشرة في نفس اليوم أو في اليوم التالي*. (صورة ١).

(*) تم اجراء التحاليل المخبرية اللازمة لتحديد المحتوى المائي ـ الرطوبي في مخابر معهد الكويت للأبحاث العلمية KISR: مختبر التحاليل المركزي، ومختبر قسم الزراعة، وذلك بعد أن حددنا للفنيين العاملين في تلك المخابر الهدف المطلوب من تلك التحاليل.

كما تم اجراء تحليل قياس المحتوى المائي ـ الرطوبي لبعض العينات في مختبر قسم الكيمياء ـ جامعة الكويت بنفس الطريقة التقليدية آنفة الذكر.



صورة (١): احدى الحفر المخصصة لجمع العينات على أعماق تصل حتى ١٢٥سم

أما عملية تحديد نسبة المحتوى المائي ـ الرطوبي فقد اتبعنا فيها الطريقة البسيطة التي تقوم على تحديد الفرق بين وزن العينة لحظة التقاطها in situ ، أي لحظة تفريغها من العبوة المحكمة الإغلاق، وبين وزنها بعد ادخالها في فرن التجفيف لمدة ٢٤ ساعة وفي حرارة منسجمة تصل إلى ١٠٥° مئوية. ثم يتم حساب النسبة المئوية لوزن الماء المتبخر من العينة إلى الوزن الكلي للعينة الأساسية in Situ[٣].

أما قياس طاقة الاحتواء المائي potentiel matriciel ومعدلات PF المتوافقة معها فقد تم في مخابر قسم الزراعة بمعهد الكويت للأبحاث العلمية، واستخدمت فيه نفس العينات التي جمعت في الجولة الأولى وعلى نفس الأعماق الأربعة آنفة الذكر. والجدير بالذكر أننا عمدنا إلى تحديد طاقة الاحتواء المائي اعتماداً على أربع قيم رئيسية لها وهي PF ٢,٢ ، PF ٢,٥ ، PF٣ ، PF٤,٢ .

لقد حرصنا كل الحرص على أن تكون مواقع جمع العينات ممثلة أصدق تمثيل للرواسب السطحية في كل وحدة من الوحدات المورفو بيدولوجية في القطاع المدروس، وقد كانت تلك المواقع موزعة على النحو التالي:

١ ـ السبخات الجافة: 2.1
٢ ـ حقول النباك أو الكثبان الساحلية: 4,3.
٣ ـ الفرشات الرملية الحديثة الدنيا: 6,5.
٤ ـ الفرشات الرملية الحديثة العليا: 10.9.8.7.
٥ ـ بطون الأودية الجافة عند أقدام حافة جال الزور: 12,11.

وهكذا فقد بلغ عدد المواقع ١٢ موقعاً كنا نجمع من كل موقع، وفي كل جولة أربع عينات على أربع أعماق أو مستويات متباينة عبرنا عنها بالرموز التالية: Aعمق ٥ سم، Bعمق ٢٥ سم، Cعمق ٧٥ سم، Dعمق ١٢٥ سم.

لقد كان يتم في كل جولة جمع ٤٨ عينة تخضع كلها لتحديد المحتوى المائي وذلك للتعرف على التغيرات التي تطرأ على هذا المحتوى بين جولة وأخرى وتحديد أسباب هذه التغيرات. أما عدد الجولات التي قمنا بها لجمع العينات فقد كان من المستحيل تحديد عددها وتحديد التوقيت الزمني لها مسبقاً، بل كان يتم تحديد مواعيدها تبعاً للزخات المطرية التي كانت تسقط فوق القطاع المدروس والتي كان يتم قياسها وتسجيلها بواسطة مسجِّل المطر Pluviographe الذي تم تركيزه في المنطقة المدروسة خصيصاً لهذا البحث. وهكذا فقد قمنا بالقسم الأعظم من جولات جمع العينات عقب الزخات المطرية التالية:

أ ـ الزخات المطرية التي بدأت بتاريخ ١٩٨٩/٢/٢١، وبلغت حصيلتها ١٥,٩ مم، والزخات المطرية التي تلتها في موسم التساقط الربيعي وحتى نهاية موسم الجفاف الصيفي لنفس العام.

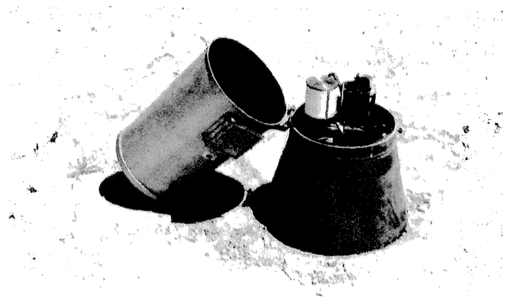
ب ـ الزخات المطرية التي بدأت بتاريخ ١٩٨٩/١١/٨ واستمرت حتى ١٩ منه، وبلغت حصيلتها ١٣,٤ مم، والزخات التي تلتها خلال موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩، وموسم التساقط الشتوي لعام ١٩٩٠.

وكنا في كل جولة نقوم بالتقاط العينات عن طريق الحفر في نفس المواقع آنفة الذكر وعلى فترات زمنية متباعدة بمقدار ١٥ يوماً بين الجولة والأخرى.

إضافة إلى تلك الجولات التي تمت أثناء موسمي المطر الربيعي لعام ١٩٨٩ و١٩٩٠ فقد قمنا بعدد من الجولات الرئيسية الأخرى تم قسم منها مع نهاية موسم الجفاف الصيفي الطويل لعام ١٩٨٨ وتم القسم الآخر مع نهاية موسم التساقط في ربيع عامي ١٩٨٩ و١٩٩٠. وقد كانت الفترات الزمنية الفاصلة بين كل جولة وأخرى من تلك الجولات في حدود ١٥ يوما أيضا شأنها في ذلك شأن الحملات التي كانت تتم إبان فصول التساقط. وستتم في هذا البحث مناقشة وتحليل المعطيات التي توصلنا اليها من خلال متابعة معدلات المحتوى الرطوبي وطاقة

الاحتواء المائي ومعدلات PF وتغيراتها بشكل خاص خلال موسم الجفاف وفي نهايته، كما ستتم مناقشة النتائج والخلاصات التي توصلنا إليها من خلال هذا البحث الميداني.

أما فيما يتعلق بالمعطيات المناخية اللازمة لهذا البحث فقد اعتمدنا في معظمها على معطيات الأرصاد الجوية في محطات مطار الكويت الدولي التي تشتمل على الخلاصات المناخية لثلاثة عقود متتالية بما فيها فترة البحث من عام ١٩٨٨ الى عام ١٩٩٠. أما بالنسبة للتساقط المطري فقد كان لزاما علينا، توخيا للدقة والأمانة العلمية، أن لا نعتمد إلا على معطيات خاصة بالقطاع المدروس الذي يخلو من أية محطة للأرصاد الجوية ولهذا قمنا بتركيز جهاز مسجِّل المطر في مركز كاظمة خصيصاً لخدمة أغراض هذا البحث الميداني وذلك بعد أن لاحظنا مدى التباين المكاني الشديد في توزع الأمطار بين منطقة وأخرى في الكويت والذي تأكد لنا من خلال مقارنة كميات وتوزع التساقط بين القطاع المدروس وبين بقية مناطق الكويت خلال فترة الدراسة. (صورة ٢).



صورة (٢): جهاز مسجل المطر الذي تم تركيبه في المنطقة المدروسة خصيصاً لهذا البحث.

الدراسات السابقة:

ثمة دراسات وأبحاث عديدة تناولت المناطق الشمالية من دولة الكويت وخاصة المنطقة الساحلية التي يمثل القطاع المدروس في هذا البحث جزءاً منها. فهناك الدراسات الجيومورفولوجية الصرفة التي تناولت حافة جال الزور والمنطقة الساحلية التي تشرف عليها، وركز بعضها على أثر تغيرات مستوى البحر على الساحل الشمالي لدولة الكويت: AL . Asfour 1982 وAL. sarawi 1982 (أنظر قائمة المراجع). كما ركزّت بعض الدراسات على أصل حافة جال الزور من الناحية الجيومورفولوجية: الصرعاوي وعبدالسلام وكليو وتناولت بعض الأبحاث مورفولوجية وسحنات المراوح الفيضية في منطقة خليج كاظمة: Al. sarawi 1988، أو جيومورفولوجية الكثبان الساحلية (النباك): كليو والشيخ ١٩٨٦. كما اهتمت بعض الدراسات بجوانب محدَّدة من الظاهرات في تلك المنطقة مثل رواسب البلايستوسين والهولوسين والسبخات وغيرها: Salman, 1979 . Picha and saleh, 1977.

كما كانت المنطقة مسرحاً لعدد من الدراسات البيدولوجية التي استهدفت تصنيف الترب والتشكلات السطحية في دولة الكويت، إضافة إلى ما قام به معهد الكويت للأبحاث العلمية KISR ممثلا بأقسامه المختلفة من دراسات متخصصة نذكر منها تلك التي تناولت الرواسب الرملية التي قام بها فريق متكامل من الباحثين: Khalaf. et. al. 1984.

ولاتزال هذه المنطقة الساحلية تشكل موضوعاً لدراسات عدة يقوم بها قسم الزراعة في معهد الكويت Abdal 1989، والهيئة العامة لشؤون الزراعة والثروة السمكية في اطار خطة التخضير التي لاتزال الكويت ماضية في تنفيذها.

وعلى الرغم من كل تلك الدراسات لاتزال المنطقة* تفتقر لذلك النوع من الدراسات الهيدرومورفولوجية البيئية التي تستهدف تحديد ديناميكية الوسط الطبيعي بعناصره المختلفة: جيومورفولوجية وبيدولوجية وهيدرولوجية ومناخية وذلك بهدف تحديد مدى حساسية هذا الوسط الطبيعي إزاء العناصر الطبيعية المتباينة وإزاء تدخل الانسان العشوائي وذلك للتعرف على إمكانية استعادة التوازن البيئي الذي تعرض ولايزال يتعرض للتدهور من جراء التدخل البشري الكثيف.

قد يكون بحثنا المتواضع هذا هو الأول ضمن هذا الاطار، وفي هذه المنطقة بالذات، إلا أننا لا ندعي الريادة ولا الكمال في هذا المجال، إذ أن هذا البحث لا يمثل أكثر من خطوة أولى على الطريق، تحتاج دون شك إلى استكمال وترسيخ من خلال فريق عمل متكامل يضم مختلف التخصصات العلمية في مجال علوم الأرض ويعمل على تكريس طريقة البحث ومنهجه المعتمد وترسيخ دعائمه في الزمان والمكان بشكل أكثر عمقاً وتركيزاً.

(*) تقع المنطقة المدروسة شمال جون الكويت بين دائرتي عرض ٢٤',٢٩° شمالاً وخطي طول ٤٣',٤٧° و ٤٨',٤٧° شرقاً (الشكل ١).

تصنيف الوحدات المورفوبيدولوجية في القطاع المدروس:

يمثل القطاع المدروس جزءاً من المنطقة الساحلية الممتدة بين ساحل خليج الكويت من جهة الجنوب الشرقي وحافة جال الزور من جهة الشمال الغربي. ويتصف هذا القطاع بانحدار عام ضعيف يتناقص بشكل تدرجي من أمام أقدام الحافة باتجاه ساحل البحر من ٧° إلى ١° بشكل عام. وحرصاً منا على عدم الخروج عن الاطار العام لهذا البحث، فقد اقتصرنا هنا على محاولة تصنيف وتمييز الوحدات المتباينة في هذا القطاع من حيث الخصائص الجيومورفولوجية العامة والخصائص المميزة للتشكلات السطحية من حيث حجمها الحبيبي وتباين أشكال الترسيب ومظاهر السطح. وسنركز بالدرجة الأولى على الخصائص الميكانيكية التي تلعب الدور الأول في كل ما يتعلق بالخصائص الهيدرولوجية في تلك الرواسب السطحية وفي طاقة الإحتواء المائي وقطاعات الرطوبة وتغيراتها في عدد من المواقع المختارة في كل وحدة من الوحدات التي يشتمل عليها القطاع المدروس وهي:

١ ـ السبخات الجافة:

يتراوح المنسوب العام لها بين ٢,٥ م و٥,٥ متراً، فهي تقع فوق مستوى ماء البحر في أقصى حالات المد العالي، إلا أنها تتأثر بتغيرات مستوى ماء البحر الذي ترتفع مياهه تحت تأثير الخاصية الشعرية ضمن الرواسب المكونة لها إلى مستويات تتفاوت حسب المنسوب العام لتلك السبخات وحسب ارتفاع المدى الذي يتفاوت من فصل لآخر. تمتاز تلك السبخات التي تقع شمال خليج كاظمة باستواء سطحها الطبوغرافي الذي لا تشوبه سوى بعض العلوات والتلال الرملية الصغيرة التي تمثل حقول نباك دخلت من مرحلة التدهور والتلاشي بعد أن فقدت غطاءها النباتي من شجيرات الهرم والغردق والعوسج التي أدت أصلاً الى

تشكلها. ويلاحظ فوق بعض الأجزاء المنخفضة من تلك السبخات، وخاصة تلك القريبة من الساحل مباشرة (منسوب ٢,٥ م)، وجود طبقة ملحية من المتبخرات E'vaporites تزداد سماكة واتساعاً في أشهر الصيف الحارة والجافة. كما تمتاز السبخات الجافة بانحدارها الضئيل الذي يتراوح بين ١-٢ درجة فقط في أغلب أجزائها. والملاحظ أن أهم العوامل التي تؤثر في منحنى تطورها الجيومورفولوجى في الوقت الحاضر تتمثل في الرياح وخاصة الرياح الشمالية الغربية السائدة التي تعمل على ترسيب وتراكم الرمال الناعمة فوق سطح تلك السبخات مما سيؤدي عاجلاً أم آجلاً الى تراجع أطرافها الداخلية وتحوّلها التدريجي إلى فرشات رملية منبسطة. (صورة ٣).



صورة (٣): إحدى السبخات الجافة في منطقة الدراسة

لقد دلت بعض الدراسات الميدانية وعمليات الحفر الضحل في سبخات القطاع المدروس عند رأس كاظمة على أن سمك طبقة تكوينات تلك السبخات لا يتعدى الثلاثة أمتار وأن تلك السماكة تتضاءل تدريجياً باتجاه حافة جال الزور في الشمال الغربي (الصرعاوي، ١٩٨٠).

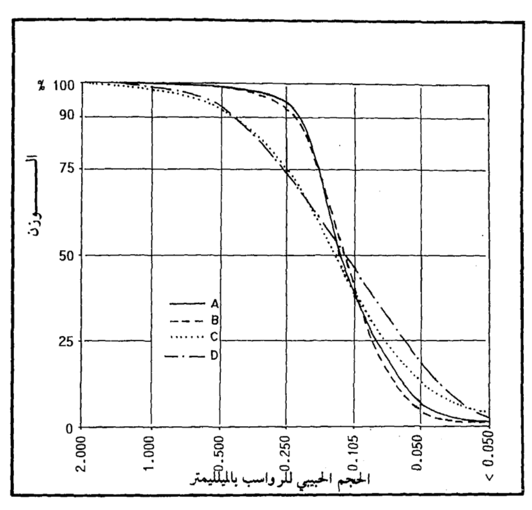
لقد أدت التغيرات المناخية إبّان عصر البليستوسين والتباينات التي تعرض لها مستوى ماء البحر في الخليج خلال العصور الجليدية وما بين الجليدية المتعاقبة من الحقب الرابع إلى تداخل رواسب السبخات مع ترسبات المراوح الفيضية الرسوبية التي امتدت حتى ساحل البحر خلال الفترات المطيرة من العصور الجليدية عندما كان مستوى الخليج منخفضاً بشكل كبير عن مستواه الحالي. ولكن ماكادت الجليديات تبدأ بالتراجع حتى أخذ مستوى البحار العالمي يرتفع تدريجياً إلى أن غمرت مياه الخليج أغلب الأجزاء الدنيا من تلك المراوح الفيضية. إن دراسة الحجم الحبيبي للعينات التي قمنا بجمعها في القطاع المدروس Granulométrie* تشير إلى ظاهرة عدم التوافق discordance وتؤكدها في عدة مواقع.

لقد أظهرت دراسة التركيب الحجمي الحبيبي للعينات التي جمعت في موقعين مختلفين 1 , 2 ضمن منطقة السبخات الجافة النتائج التالية:

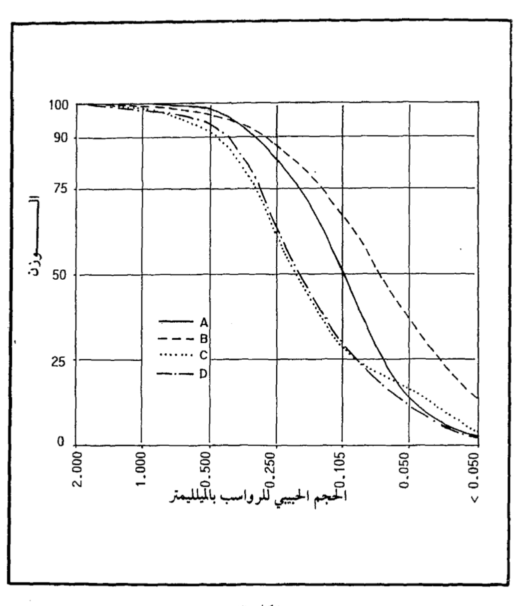
١ ـ لوحظ على عمق ٥ سم أن نسبة الطين (٥٠ ميكرون) تبلغ ١,٥٪ من وزن العينة في الموقع الأول و٢,٧٪ من الموقع الثاني في حين أن نسبة الرمال الناعمة (٥٠ – ١٠٥ ميكرون) تبلغ ٣٧,٣٪ و٤٨,٤٪ على التوالي في كلا الموقعين. أما نسبة الرمال متوسطة الحجم (٢٥٠ ـ ٥٠٠ ميكرون) فتصل في الموقعين الأول و الثاني إلى أكثر من ٦٠٪ و٤٠٪ على التوالي. أما الرمال

(*) Granulometry, Mechanical Analysis

الخشنة (٥٠٠ ـ ١٠٠٠ ميكرون) فنسبتها ضئيلة جدا تبلغ في الموقع الأول ٤,٠٪ وفي الموقع الثاني ١,٨٪ فحسب، في حين أن الرمال الخشنة جداً (١ - ٢ مم) فهي شبه معدومة على هذا العمق في كلٍ من الموقعين (شكل ٣,٢).



(شكل ٢)
التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية
الموقع ١
السبخات الجافة



(شكل ٣)
التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية
الموقع ٢
السبخات الجافة

٢ - لوحظ تشابه كبير بين أحجام الحبيبات على عمق ٢٥ سم وبين أحجامها على عمق ٥ سم في الموقع 1: حيث بلغت نسبة الطين ١,١٪ تقريبا ونسبة الرمال الناعمة ٤١٪. أما في الموقع 2 فقد ظهر التباين كبيراً: إذ بلغت نسبة الطين على عمق ٢٥ سم ١٤٪، ونسبة الرمال الناعمة ٥٣,٢٪ والرمال متوسطة الحجم ٣٢,٨٪، أما المواد الخشنة فقد ظلت نسبتها ضئيلة جداً ٠,١ الى ٤,٠٪ فقط.

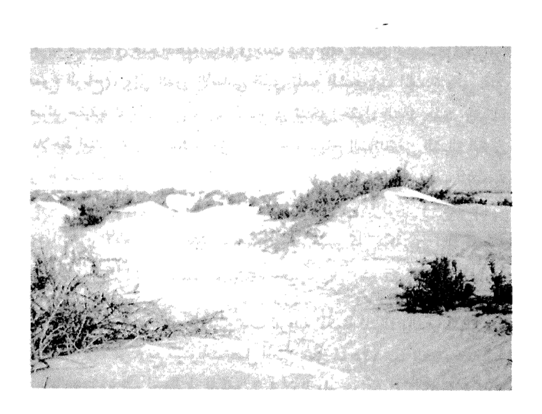
٣ - أما على عمق ٧٥ سم فقد بلغت نسبة الطين في الموقعين او 2 ٣,٩٪ و٣,٤٪ على التوالي، في حين أن نسبة الرمال الناعمة والمتوسطة معاً فقد بلغت على التوالي أيضاً ٩٣٪ و٩٢٪. أما المكونات التي تبلغ أحجامها ٢ مم وأكثر فقد بلغت نسبتها على هذا العمق ١,٩٪ في الموقع الأول و١٪ في الموقع الثاني.

٤ - وعلى عمق ١٢٥ سم فقد كانت نسبة الرواسب الطينية لا تزيد عن ٢,٣٪ في الموقع الأول و٢,٥ ٪في الموقع الثاني. أما رواسب الرمال الناعمة والمتوسطة الحجم فقد بلغت في كلا الموقعين ٩٢,٩٪ و٩٤,٤٪ على التوالي. وبلغت نسبة المكونات الكبيرة الحجم (٢ مم وأكبر) ٢٪ في الموقع 1 و١,٥٪ في الموقع 2. ويعود سبب ازدياد نسبة هذه المكونات الاخيرة على عمق ٧٥ سم و١٢٥ سم إلى وجود بقايا الكائنات البحرية ومخلفات القواقع التي اختلطت مع الرواسب الرملية والطينية القارية خلال المراحل المتعاقبة لتشكل هذه السبخات.

٢ - حقول النباك (الكثبان الساحلية) (شكل ٤ - ٥).

تمتد حقول النباك في القطاع المدروس على شكل نطاق متقطع يقع الى الشمال والشمال الغربي من نطاق السبخات الجافة. وقد لاحظنا تداخلاً واضحاً

ومتبادلاً بين حقول النباك وبين السبخات كما لاحظنا ذلك التداخل أيضاً بين تلك الحقول وبين الفرشات الرملية باتجاه الشمال الغربي. وتمتد حقول النباك بين منسوبي ٥,٥ م و٨م وسطياً، كما يتراوح معدل الانحدار المتوسط للسطح الطبوغرافى الذي ترتكز عليه بين ١,٥ الى ٢,٥ درجة. وتظهر تلك الحقول على شكل أكوام من الرمال المتراكمة خلف الشجيرات المعمرة السائدة في المنطقة مثل الغردق والعوسج والهرم. وقد لاحظنا في أغلب الأحيان ارتباطاً واضحاً ومتبادلاً بين أحجام تلك الشجيرات وازدهارها الخضري من جهة وبين أحجام النباك من جهة أخرى. كما لاحظنا أيضاً تبايناً واضحاً في أحجام النباك وأبعادها المختلفة، حيث تراوحت أطوالها بين ٥-٤ متراً وعرضها بين ٢,٥ ـ ١١ متراً وارتفاعاتها بين ٠,٥ ـ ٣,٥ متراً. (صورة ٤).



صورة (٤): أحد حقول النبات في منطقة الدراسة

والجدير بالذكر أن مساحات واسعة من حقول النباك في القطاع المدروس كانت قد تعرضت، ولاتزال تتعرض، للتدهور وأحيانا للزوال بسبب التدخل العشوائي للانسان (كليو - الشيخ ١٩٨٦). لقد أوضح التحليل الميكانيكي والكيميائي للرواسب المكونة للنباك أن أغلب تلك الرواسب تتألف من رمال قارية كوارتزية جيدة الفرز ومشتقة من مصادر عدة أهمها رواسب الدبدبة ومفتتات الحافة الصخرية لجال الزور والسبخات في حين أن الرمال البحرية والكربونات لا تساهم الا بنسبة ضئيلة جداً في مكونات تلك النباك. وقد لوحظ أيضاً في نباك المنطقة المدروسة ارتفاع نسبة الرمال الخشنة والمتوسطة وذلك بسبب قرب حقول النباك من مصادر الرمال المكونة لها.

لن نركِّز كثيراً على أصل حقول النباك في المنطقة المدروسة ولا على تطورها الجيومورفولوجى بل سنكتفي بالتلميح إلى ارتباط تشكل النباك بالرياح الشمالية الغربية السائدة في هذه المنطقة شأنها في ذلك شأن كافة مناطق الكويت (٧٠٪ من مجموع الرياح)، وإلى الدور الأساسي الذي تلعبه الشجيرات المعمرة والتي تمثل مصائد حقيقية للرمال التي تذريها الرياح في تشكل حقول النباك هذه. وهكذا فالملاحظ امتداد محاور النباك بشكل مواز لاتجاه الرياح السائدة من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي (٣١٠° - ٣٣٠°). ويصل أقصى ارتفاع للنبكة خلف الشجيرة المكونة لها مباشرة في الجهة الواقعة في منصرف الرياح كما يوجد في هذه الجهة نفسها الجزء الأعظم من الكتلة الرملية المكونة لجسم كل نبكة من نباك المنطقة (الحسيني، ١٩٨٨).

لقد أظهر التحليل الحجمي للرواسب الرملية المكونة للنباك والذي شمل عدة عينات مأخوذة على أربع مستويات يصل أقصى عمق لها ١٢٥ سم النتائج التالية:

١ - على عمق ٥ سم لوحظ في الموقعين 4,3 أن الرواسب تتكون بشكل شبه كامل من الرمال بجميع أحجامها وخاصة الناعمة، وتراوحت نسبة الطين بين

٢٢,٠٪ و٩٠,٠٪ فقط، أما المكونات كبيرة الحجم فقد انعدمت تماماً.

٢ ـ أما على عمق ٢٥ سم فقد لوحظت زيادة طفيفة في نسبة الرواسب الطينية في الموقع 4: ٣,١٪، كما لوحظت بعض الرواسب الخشنة بلغت نسبتها ٢,٠٪. أما في الموقع 3 فقد بقيت النسب، دون أي تغيير يستحق الذكر، كما كانت عليه على عمق ٥ سم.

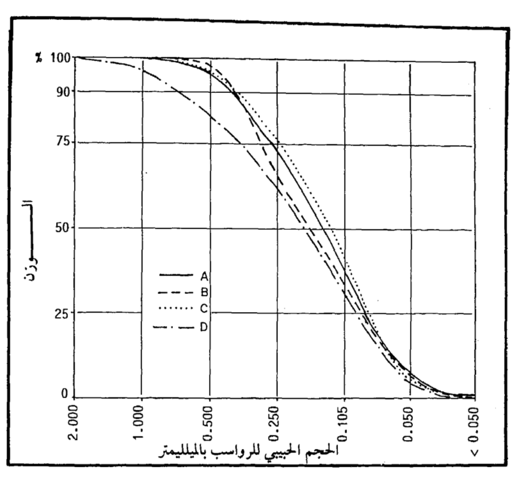
٣ ـ أما على عمق ٧٥ سم فقد بلغت نسبة المكونات الخشنة في الموقع 3 ٥١,٠٪، في حين أنها وصلت الى ٣,٨٪ في الموقع 4 حيث سجلت في هذا الموقع الأخير زيادة كبيرة في نسبة الطين بلغت على هذا العمق ٣,٩٪.

٤ ـ لوحظ على عمق ١٢٥ سم في الموقع 4 ان نسبة المكونات الخشنة لم تتعدى ١,٠٪ في حين سجل في الموقع 3 نسبة بلغت ٣,٣٨٪ من هذه المكونات. أما نسبة الطين فقد بلغت ١٧,٠٪ في الموقع 3 و١,١٪ في الموقع 4.

٥ ـ لوحظ في جميع الأحوال أن نسبة الرمال بأحجامها المختلفة كانت تزيد دوماً عن ٩٥٪ في الموقعين 4, 3 وعلى كافة الأعماق المدروسة.

٦ ـ يمكن تفسير ازدياد نسبة المكونات الخشنة أحياناً بقرب حقول النباك من مصادر الرمال المكونة لها والمتمثلة في الفرشات الرملية الدنيا والعليا التي تفصلها عن حافة جال الزور الصخرية.

٧ ـ أما تفاوت نسبة المواد الخشنة ونسبة الطين بين كل من الموقعين، وعلى أعماق متفاوتة، فربما يمكن تفسيره بوجود بعض التباينات الجيومورفولوجية المحلية المصغرة بين موقع آخر والتي أدت إلى تفاوت ملحوظ في عمليات فرز الرمال التي تدحرجها الرياح وتذروها خلال مراحل تكون النباك في عصر الهولوسين

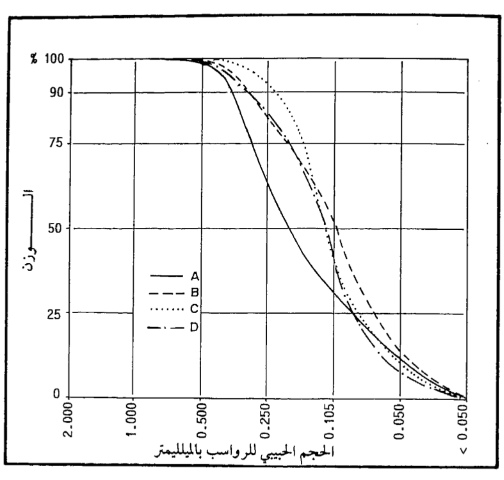


(شكل ٤)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع 3

حقول النباك



(شكل ٥)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع 4

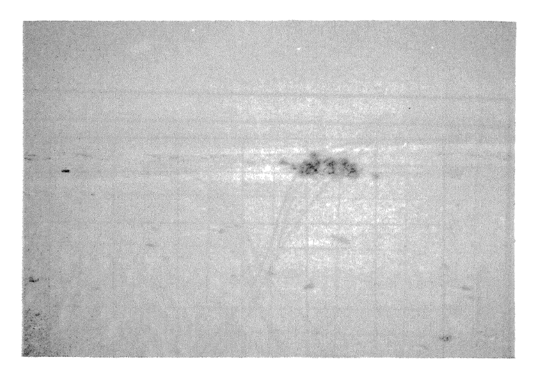
حقول النباك

أما تلك التباينات الجيومورفولوجية فتنجم أحيانا عن تفاوت أحجام النباتات وبالتالي أحجام النباك، أو عن تعرض بعض النباك للتدهور والزوال بسبب تدخل الانسان.

٣ ـ الفرشات الرملية الحديثة الدنيا: (شكل ٦ - ٧):

تمتد إلى الغرب والشمال الغربي من حقول النباك وتعتبر من رواسب العصر الحديث (هولوسين). وتمتاز تلك الفرشات الرملية باستواء سطحها الطبوغرافى الذي لا تشوبه سوى بعض التموجات الضئيلة التي لا تتجاوز فروق مناسيبها ١,٥ إلى ٢م. كما أن الانحدار العام لهذه الفرشات باتجاه الجنوب الشرقي لا يتعدى ٢ ـ ٣,٥ درجة فحسب. أما منسوبها فوق مستوى البحر الحالي فيتراوح بين ٧ إلى ١٠ متراً. وتختلط تلك الفرشات الرملية مع حقول النباك، وخاصة تلك الحقول المتدهورة التي لاحظناها على مسافة ١ كم إلى الجنوب الشرقي من مركز كاظمة، بحيث يصعب رسم حد واضح ودقيق بين الظاهرتين الجيومورفولوجيتين. والملاحظ أن سماكة التشكلات الرملية الريحية التي تشكل القسم الأعظم من هذه الفرشات تأخذ بالتناقص التدريجي باتجاه الغرب والشمال الغربي من ٢,٥م إلى ١ م متر فقط وتقل سماكتها عن ١م في بعض المواقع حيث تلاحظ رواسب المراوح الفيضية أو تشكلات فارس الادنى تحتها مباشرة أحيانا. (صورة ٥).

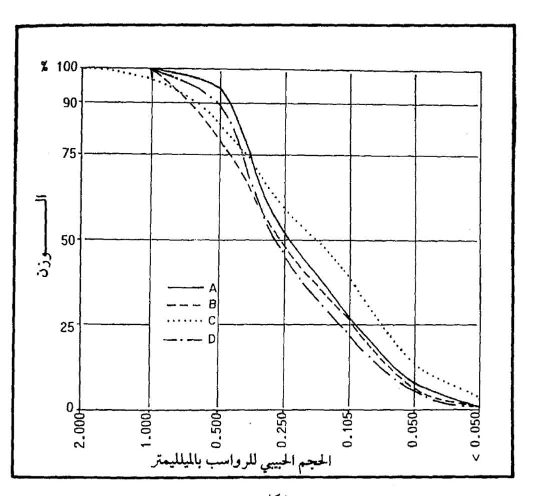
ومن الظاهرات الجيورمورفولوجية الدقيقة Microformes التي تلاحظ فوق سطح هذه الفرشات ظاهرة التموجات الرملية المنتظمة (حداريب) أو ما يسمى (نيم) bourrelets en vaguesالتي يبلغ ارتفاعها المتوسط حوالي ٢٥ سم فوق المستوى العام لتلك الفرشات الرملية. وتتخذ محاور تلك الحداريب اتجاها متوسطا من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي أي بشكل متعامد مع اتجاه الرياح



صورة (٥) : إحدى الفرشات الرملية الحديثة الدنيا جنوب شرق طريق الصبية.

الشمالية الغربية السائدة. كما يلاحظ أيضا انتشار حبيبات الرمال الخشنة فوق سطح تلك الفرشات الرملية، تلك الظاهرة التي يمكن تفسيرها بآلية العمل الريحي الذي يقوم بتذرية وحمل الرمال الناعمة تاركاً على السطح الرمال الخشنة على شكل غلالة رقيقة لا تزيد سماكتها في أغلب الأحيان عن سماكة وحجم تلك الحبيبات الخشنة (١ - ٢ مم).

ومن خلال التحليل الميكانيكي لأحجام الحبيبات في الرواسب المكونة لتلك الفرشات الرملية فقد خلصنا إلى النتائج التالية:

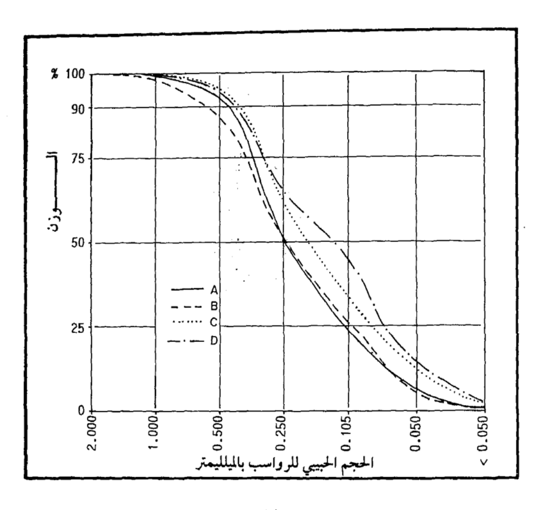


(شكل ٦)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع 5

الفرشات الرملية الحديثة الدنيا.



(شكل ٧)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع 6

الفرشات الرملية الحديثة الدنيا.

١ ـ تراوحت نسبه الطين على عمق ٥ سم بين ٠,٦٥٪ من الموقع 5 و٠,٩٪ في الموقع 6، أما نسبة المكونات الخشنة (٢ مم وأكثر) فقد تراوحت بين الانعدام التام في الموقع 5 و٠,٩٪ في الموقع 6 مما يؤكد على أن المكونات كبيرة الحجم التي لاحظناها على السطح مباشرة لا تتجاوز في سماكتها ١ ـ ٢ مم، وهي لا تذهب بعيداً في أعماق الفرشات الرملية. أما نسبة الرمال بشتى أحجامها فتصل نسبتها إلى ٩٨,٥٪ في الموقع 6 و٩٩,٤ في الموقع 5.

٢ ـ لاحظنا تزايداً مضطرداً في نسبة الطين في الموقع 6من ٠,٩٪ على عمق ٥ سم الى ٢,٧٪ على عمق ٧٥ سم و٣,٦٪ على عمق ١٢٥ سم. أما في الموقع 5فقد لاحظنا أيضاً تزايداً ملحوظاً في نسبة الطين في نفس الاتجاه من ٠,٦٥٪ على عمق ٥ سم إلى ٣,٩٪ على عمق ٧٥ سم إلا أن تلك النسبة عادت وانخفضت إلى ١,١٪ على عمق ١٢٥ سم. كما لاحظنا في هذا الموقع تزايد نسبة المكونات الخشنة إلى ٣,٨٪ على عمق ٧٥ سم.

٣ ـ يمكن تعليل عدم الانسجام الملحوظ في عملية فرز المكونات الرملية والطينية على أعماق متفاوتة بعدم التوافق الذي تمخضت عنه عمليات تراكم تلك المكونات الريحية واختلاطها أحياناً مع بعض الرواسب السيلية التي حملتها السيول على فترات متقطعة واستثنائية عندما كان بامكان تلك السيول الوصول أو الاقتراب من ساحل البحر الذي كان يتذبذب في منسوبه وفي موقعه إبان العصور الحديثة التي تكونت فيها تلك الفرشات الرملية الساحلية الدنيا.

٤ ـ الفرشات الرملية الحديثة العليا (شكل ٨ و٩):

على الرغم من التشابه الملحوظ بين كافة أشكال الفرشات الرملية وأعمارها

في القطاع المدروس الا أننا حرصنا على تصنيفها إلى فرشات دنيا وأخرى عليا وذلك بسبب وجود عدد من التباينات الجيومورفولوجية والطبوغرافية القائمة بين كل منهما والتي تؤثر بشكل واضح على خصائصهما الهيدرولوجية، تلك التباينات هي :

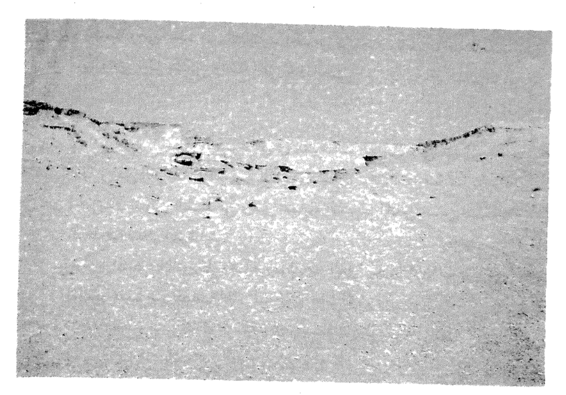
١ ـ يزداد انحدار السطح الطبوغرافي في الفرشات العليا، التي تمتد إلى الشمال الغربي من الفرشات الرملية الدنيا، ليبلغ ٤ ـ ٥,٥ درجة مما يؤثر على الجريان المائي السطحي وعلى عملية التسرب المائي ضمن التشكلات السطحية لتلك الفرشات.

٢ ـ يتراوح المنسوب الوسطي لهذه الفرشات العليا بين ١٠ و ٤٠ متراً أي أنها تقترب عمليا من أقدام الحافة الصخرية لجال الزور.

٣ ـ تنعدم ظاهرة التموجات الرملية الحداريب (نيم) فوق سطح هذه الفرشات مما يستدعي التساؤل عن الدور الذي يلعبه كلٌ من إستواء السطح وضآلة انحداره ومنسوبه في تشكل تلك الظاهرة.

٤ ـ تزداد التموجات العامة في طبوغرافية هذه الفرشات وتتخذ محاور بعضها إتجاهاً شمالياً شرقياً جنوبياً غربياً، في حين أن القسم الأعظم منها تتخذ محاوره اتجاهاً عاماً يساير الاتجاه العام للأودية السيلية الجافة التي تهبط من الحافة الصخرية متجهة من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي.

٥ ـ تتناقص سماكة الرمال المكونة لتلك الفرشات لتقل أحياناً عن ١متر، ونلاحظ في بعض المواقع تكشّف تشكيله فارس الأسفل Lower Fars، أو أطراف المصاطب البحرية عارية من أي غطاء رملي. الا أن سماكة الفرشات الرملية تعود لتزداد محليا في المنخفضات الواقعة بين التموجات الطبوغرافية التي تسود المنطقة. (صورة ٦)



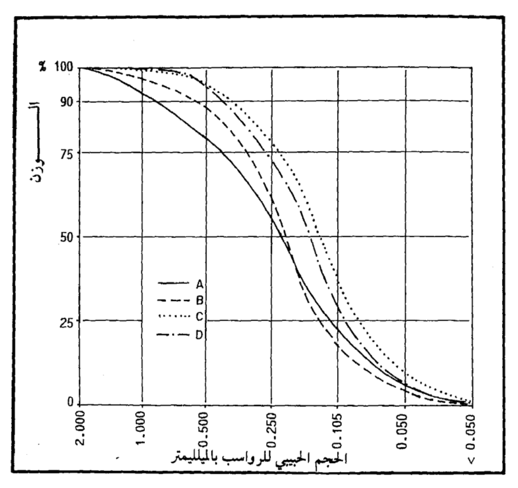
صورة (٦): إحدى الفرشات الرملية الحديثة العليا شمال غربي طريق الصبية

ومن خلال التحليل الميكانيكي للمكونات الرملية لتلك الفرشات وعلى أعماق متباينة وصلت إلى ١٢٥ سم تكشفت لنا النقاط التالية :

١ ـ لا تزال الرمال الناعمة والمتوسطة (٥٠ ـ ٥٠٠ ميكرون) سائدة في كافة المواقع 10, 9, 8, 7 وعلى كافة المستويات والأعماق المدروسة، فهي تزيد في أغلب الأحيان عن ٨٠ ٪ في حين أن نسبة الطين تصبح ضئيلة جداً إذ تتراوح على كافة الأعماق بين ٠,٢٥ ٪ و ١,٠٧ ٪.

٢ ـ لوحظ تزايد نسبة المكونات الخشنة (٢ مم وأكثر) بشكل عام، إذ تراوحت نسبتها في المواقع الأربعة وعلى كافة الأعماق بين ٧,٨٨ ٪ و ١ ٪. ولم يلاحظ أي تناقص في نسبتها باتجاه الأعماق إلا في الموقع 7. أما في بقية المواقع الثلاث

الأخرى فلم يكن لتغير نسبة تلك المكونات الخشنة حسب الأعماق أي اتجاه واضح : فقد لوحظ انعدامها في بعض المواقع مثل الموقعين 10,9 على عمق ٥ سم و٧٥ سم .

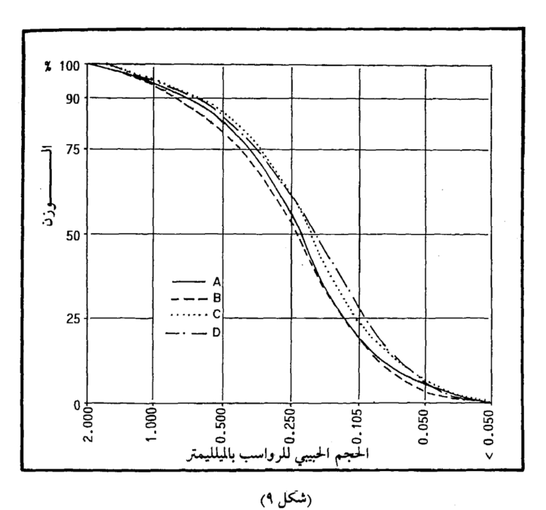


(شكل ٨)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع 7

الفرشات الرملية الحديثة العليا

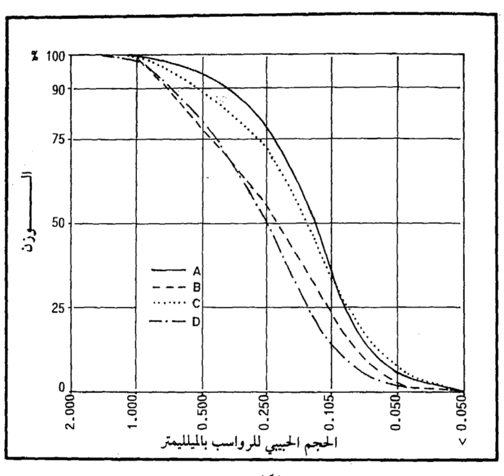


(شكل ٩)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع 8

الفرشات الرملية الحديثة العليا

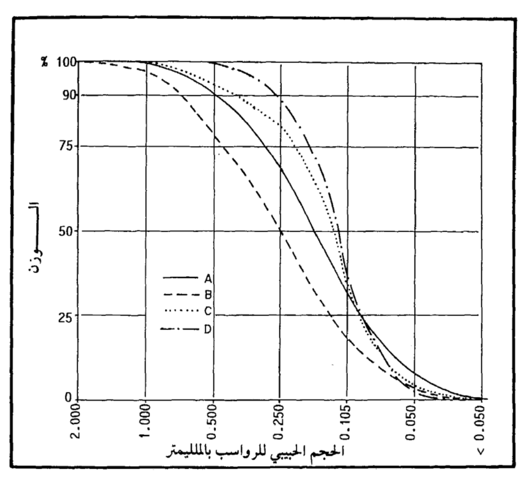


(شكل ١٠)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع ٩

الفرشات الرملية الحديثة العليا



(شكل ١١)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحيه

الموقع 10

الفرشات الرملية الحديثة العليا

٣ ـ يمكن تفسير عدم الانسجام والتناسق في تـوزع أحجام الحبيبـات الرمليـة على الأعماق المختلفة لتلك الفرشات الرملية باختلاط عمليات التراكم الـريحي مع عمليـات الترسيب المائي السيـلي ومـا ينجم عنـه من عـدم تـوافق في تـراكم وترسيب تلك التشكلات السطحية الرملية الحديثة.

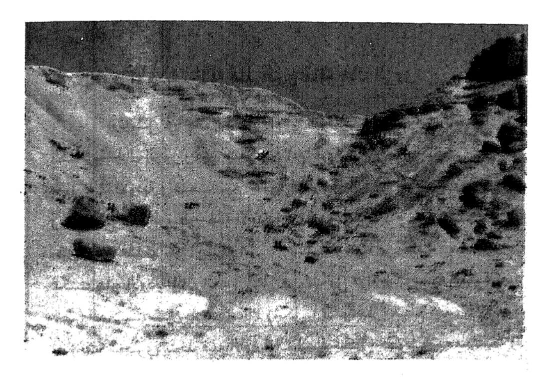
٤ ـ يمكن تفسـير الازدياد النسبي للمكـونات الخشنـة في رواسب هذه الفـرشـات الـرملية العليـا باقـتراب حافـة جـال الـزور التي تعتـبر مصـدرا مبـاشرا لتلك المكونات.

٥ ـ بطون الأودية الجافة عند أقدام حافة جال الزور.

وتتمثـل في مجموعـة من الأودية الـرئيسية الجـافـة التي تمتـد من الحـافـة الصخرية لجال الزور وحتى منسوب ٣٠ م تقريباً باتجاه ساحل البحر حيث تضيـع معالم تلك الأودية ويصعب تتبع مجاريها عند الاقتراب من طريق الدوحة ـ الصبية. ويبلغ الانحدار الوسطي لهذه الأوديـة عند منسـوب ٣٠ م من ٣° ـ ٤° درجـة في حين يزداد هذا الانحدار ليبلغ ٦° ـ ٧° عنـد مخارجهـا من حافـة جال الـزور. وقد تمكنت هذه الأودية إبّان العصر المطير من تشكيل مراوح تـرسيبية فيضيـة تعود الى عصر البـلايستوسـين Pliestocene (شكل ١). وتمتـاز معـظم هـذه الأوديـة بنمط تصريف شجـري تتخذ فيـه الأودية الـرئيسية شكـل خطوط شبـه مستقيمة وشبـه متوازية تلتقي مع الروافد الثانوية بزوايا حادة (كليو ١٩٨٨). كما تمتاز بوجود عدد من الانقطاعات الرئيسية في مجاريها الطولية.

وقد لوحظ من خلال عمليات السبر التي تمت في بطون هـذه الأودية وجـود تشكلات رملية ريحية بسماكـات كبيرة تغـطي بطون ومجـاري هذه الأوديـة، وتعود جميعها إلى العصر الحديث أو العصر الحـالي، كما لـوحظ أيضا أن الجـريان المـائي المتقطع والنادر يـظل عاجـزاً في أغلب الأحيان عن جـرف تلك الرواسب الـرملية

وإزالتها سنوياً وبشكل منتظم إبَّان موسم التساقط. كما لوحظ من نتـائج التحليـل الميكانيكي للرواسب ومن خلال قياس المحتوى المائي ـ الرطوبي أهمية الدور الذي تلعبه هذه الرواسب الرملية السميكة التي تحتل الأماكن المنخفضة في بطون الأودية في مجال الاحتفاظ بقدرٍ لا بأس به من الماء والرطوبـة على أعـماق متباينـة. (صورة ٧)



صورة (٧) : أحد الأودية السيلية الجافة عند أقدام حافة جال الزور

ومن خـلال التحليل الميكـانيكي لأحجام الـرواسب في بطون تلك الأوديـة يمكن استخلاص الحقائق التالية:

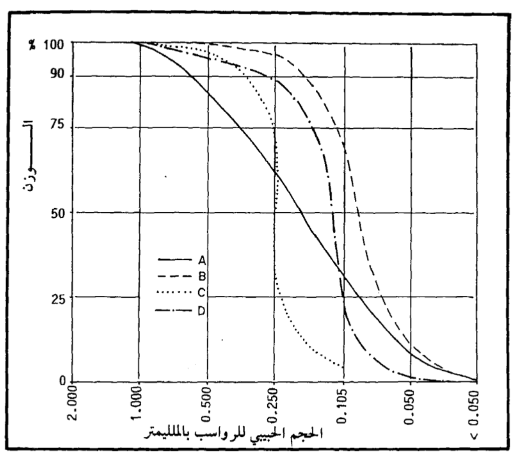
١ ـ تنـاقص نسبة المكـونات الخشنـة (٢ مم وأكثر) في المـوقعـين 12 - 11 من عمق ٥ سم إلى عمق ١٢٥ سم، فقد تناقصت نسبة هذه المكونات من ٦,٠ ٪ علـى عمق ٥ سم إلى ٢,٠ ٪ عـلى عمق ١٢٥ سم في الموقـع 11، ومن ٦,١ ٪ إلى

٠,٠١ ٪ على التوالي في الموقع 12. وعلى الرغم من غرابة هذه النتيجة التي لا تنسجم مع قرب هذين الموقعين من حافة جال الـزور الصخريـة إلا أنه يمكن تفسـيرها بـأن الرواسب التي تغمـر بطون الأوديـة في هذين المـوقعين هي دون شك من أصل ريحي بالدرجة الأولى وهي، رواسب حديثة جداً بل قد تكـون رواسب حالية أحدث من رواسب الفرشات الرملية العليا التي تحيط بها.

٢ ـ ظلت نسبة الرمـال بجميع أحجـامها هي النسبـة الغالبـة في هذين المـوقعين: حيث فاقت نسبتها ٩٠ ٪ على كافة الأعماق المدروسة.

٣ ـ لوحظ تناقص واضح في نسبة الـطين على كـافة الأعـماق، وقد تـراوحت تلك النسبة بين ٠,٣ ٪ و١,٢ ٪. وقد لوحظ تناقص هذه النسبة من السطح نحـو الاعماق في الموقع 11 وفي حين لوحظ تزايدها في المـوقع 12 في نفس الاتجـاه من ٠,٥ ٪ إلى ١,٢ ٪.

٤ ـ لوحظ أيضا تناقص بيّن في نسبة الرمال الناعمة جدا (٥٠ ميكـرون) إذ بلغت نسبتهـا المتوسـطة في الموقـع 11 ٤,٦ ٪ وفي الموقـع 12 ٦,٣ ٪. إلا أن هـذه النسب تظل أكثر ارتفاعا من نسب الرمال النـاعمة في المـواقع المختـارة ضمن نطاق الفرشات الرملية العليا التي تخترقها تلك الأودية الجافة.

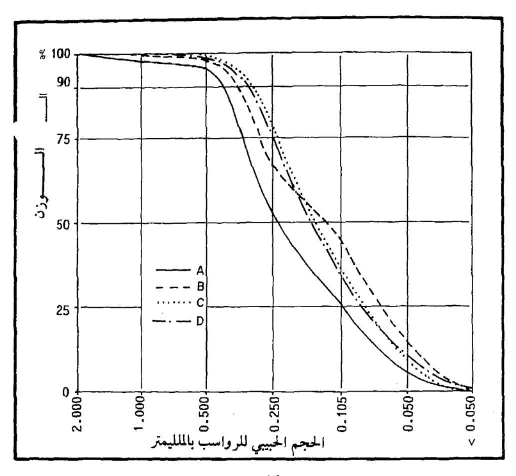


(شكل ١٢)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع 11

بطون الاودية الجافة



(شكل ١٣)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع 12

بطون الاودية الجافة

الظروف المناخية في منطقة كاظمة

يتّصف المناخ في القطاع المدروس خاصة، وفي الكويت بشكل عام، بقساوته الزائدة وتطرفه المفرط. ولهذا فقد كان لزاماً علينا أن نولي عناصر المناخ المختلفة اهتماماً كبيراً نظراً لتأثيرها الكبير على تغيرات المحتوى المائي والميزانية المائية في التشكلات السطحية وعلى مدى الاستفادة منها. ولهذا فقد تم تثبيت جهاز مسجل المطر في القطاع المدروس (مركز كاظمة) وذلك بهدف تتبع وتسجيل التساقط المطري عن كثب دقيق خلال فترة الدراسة التي دامت عامين كاملين والتي شملت بالتالي فصلين مطريين متعاقبين. أما كافة المعطيات المناخية الأخرى فقد استقيناها من مديرية الأرصاد الجوية ـ قسم المناخ، وخاصة تلك المعطيات الخاصة بمحطة المطار وهي أكثر محطات الرصد الجوي في الكويت تكاملاً وتجهيزاً. وسنستعرض فيما يلي أهم العناصر والخصائص التي تميز المناخ في القطاع المدروس وتُظهر قساوته وتطرفه وتأثيره على المحتوى المائي والموازنة المائية في التشكلات السطحية بمختلف الوحدات المورفوبيدولوجية في القطاع المدروس.

١ - طول فترات الجفاف التي ينعدم فيها التساقط (جدول ١)

يُعتبر الطول المفرط لفترات الجفاف التي ينعدم فيها التساقط المطري من العناصر والمؤشرات الأساسية التي تحدد تغيرات المحتوى المائي في التشكلات السطحية، سواء لوحظت تلك الفترات في فصل الجفاف الصيفي الطويل أو خلال الفصل الممطر ذاته. إلا أنه يجب أن نميز بين مفهومي الجفاف الميتيورولوجي والجفاف الحقيقي أو الفعّال. ففترة الجفاف الميتيورولوجي تتمثل عادة في المدة الزمنية الفاصلة بين زختين مطريتين قابلتين للقياس. وعلى الرغم من ضآلة كمية المطر في الزخات القابلة للقياس والتي تبلغ ١,٠ مم فقد سُجلت في مطار الكويت الدولي فترات جفاف ميتيورولوجي امتدت ستة أشهر (١٩٥٦)، كما سُجلت

فترات جفاف مطلق استمرت أكثر من ثمانية أشهر (الارصاد الجوية ١٩٦٢ - ١٩٨٥). أما في القطاع المدروس فقد سُجلت عدة فترات جفاف ميتيورولوجي أثناء فترة الدراسة (١٩٨٨ - ١٩٩٠) امتد بعضها حوالي ستة أشهر: من ٨ مايو ١٩٨٩ إلى ٣١ أكتوبر من نفس العام على سبيل المثال. وفي عام ١٩٩٠ استمرت فترة الجفاف الميتيورولوجي طوال فصل الربيع وامتدت حتى موسم التساقط الخريفي: حوالي أكثر من سبعة أشهر.

لقد لوحظ من خلال المتابعة الميدانية أنه ليس للزخات المطرية القابلة للقياس (١,٠ مم) أي أثر حقيقي على المحتوى المائي للتربة أو للتشكلات السطحية إذ أن القسم الأكبر منها يتبخر عند ملامسته لسطح الارض دون أن يتمكن من التسرب في الأعماق.

أما مفهوم الجفاف الحقيقي (الفعَّال) فيتحدد من خلال الفترة الزمنية الفاصلة بين زختين مطريتين فعالتين قادرتين على التأثير على المحتوى المائي على أعماق متباينة ضمن التشكلات السطحية. وقد لاحظنا أثناء متابعتنا لكافة الزخات المطرية في المنطقة المدروسة صعوبة إعطاء رقم محدد لكمية التساقط المطري التي تحدد مفهوم الزخات الفعالة لأن هذه الكمية تتأثر بشكل واضح بحرارة الهواء والتربة وقت حدوث التساقط وبمعدلات الرطوبة النسبية وسرعة الرياح واتجاهها أيضاً.

لقد تمكنا من خلال معطيات محطة الأرصاد الجوية في مطار الكويت الدولي على مدى ثلاثين عاماً (١٩٥٨ - ١٩٨٨) من حساب أطوال فترات الجفاف الفاصلة بين زخات مطرية فعَّالة معدل كلٍ منها ٥ مم و ٢٠ مم على التوالي. وهكذا فقد تبين أن أطوال الفترات الفاصلة بين الزخات المطرية من الفئة الأولى بلغت من ثلاثة إلى خمسة أضعاف أطوال فترات الجفاف الميتيورولوجي في نفس

(جدول ١) التساقط المطري الشهري والسنوي في مطار الكويت الدولي خلال الفترة (١٩٥٨ ـ ١٩٨٨).

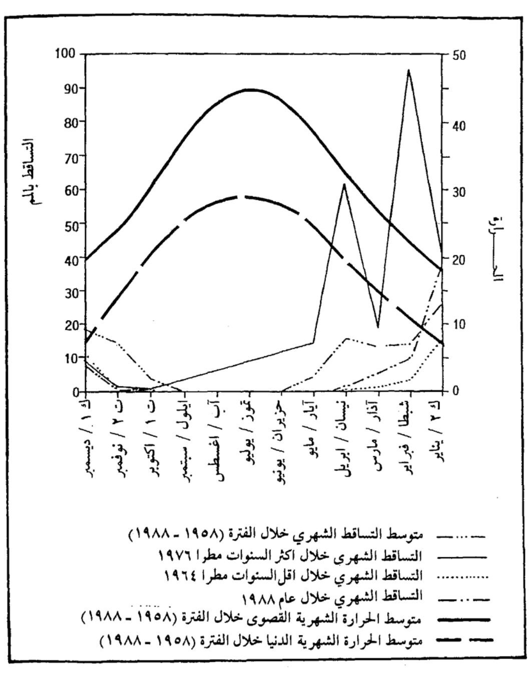
السنة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع
١٩٥٨	١٤,٩	٠,٨	١١,١	٠,٣	٢,١	٠,٥					١٩,٣	٥٢,٩	١٠١,٩
١٩٥٩	٣٩,١	١٥,٨	٨,٧	٩,٠	٤,٨						١٠,٩	٢٧,٥	١١٥,٨
١٩٦٠	١٢,١	١,٨	١١,٤	٤,٢							٩,٩	٠,٧	٤٠,١
١٩٦١	١٩,٤	٢١,١	٥٠,٥	٥٦,٤							٤٥,٩	١٨,٠	٢١١,٣
١٩٦٢	٢٧,٢	٣,٣	٥,٧٠	١٥,١	أثر						١٨,٢	١٠,٩	٨٠,٤
١٩٦٣	٠,٢	٢٤,١	٠,٤	١٦,٣	١٧,٦					أثر	٨,١	٠,٥	٦٧,٢
١٩٦٤	١٥,٢	٣,١	١,٠	٠,٢	أثر					أثر	٠,٤	١١,٤	٣١,٣
١٩٦٥	٦٣,٠	أثر	٥,٠	٣,٠	٤,٤				أثر	٥,٤	٧,٦	أثر	٨٨,٤
١٩٦٦	١٤,٣	٢٧,٦	٩,٣	٣,٥	أثر					أثر		٦,٠	٦٠,٧
١٩٦٧	١٨,٥	٢١,١	٠,٩	٣,٢	١٩,٠					أثر	١٠٧,٦	٠,٢	١٧٠,٥
١٩٦٨	٠,٧	١٤,٧	٥,٤	٢٠,٢	١٣,٦					٠,٢	١١,٤	١٣,٢	٧٩,٤
١٩٦٩	٣٨,٦	١١,٤	٢,٥	٣٥,٧	٣,٤					١٢,٩	١,٢	أثر	١٠٥,٧
١٩٧٠	٣٦,٣	٤,٣	١,٩	٢,٩	أثر						١,٤	٣٣,٨	٨٠,٦
١٩٧١	١٣,٨	١١,٦	١١,٣	٥٣,٩	٢,٤					أثر	١٠,٩	١٠,٠	١١٣,٩
١٩٧٢	٧٣,٢	٨,٥	٣٣,٦	٦٧,٠	٠,٨	أثر					١٧,١	١٨,٧	١١٨,٩
١٩٧٣	٠,٦	٠,٨	١,٧	٠,٨	أثر						أثر	٣٠,٩	١٣٤,٨
١٩٧٤	٤٨,٩	١٢,٢	٣٨,٦	٠,٣	٠,١					١,٤		٥٧,٩	١٦٨,٤
١٩٧٥	٢٩,٢	٢١,٠	٤,١	٤٦,٦	١١,٠						٣,٠	٢٥,٦	١٤٠,٥
١٩٧٥	٢٩,٢	٢١,٠	٤,١	٤٦,٦	١١,٠						٣,٠	٢٥,٦	١٤٠,٥
١٩٧٦	٤٠,١	٥٩,٩	١٨,٩	٦١,٨	١٤,٩					٠,٦	١,٢	٩,٠	١٤٢,٤
١٩٧٧	٢٠,٩	أثر	٧,٠	٢,٧	٢,١					٥٦,٦	٢,٢	٤٤,٨	١٣٦,٣
١٩٧٨	٤٤,٠	٣,١	٢٩,٣	٠,٦	٠,٦						١٥١,١	١٤,١	١٠٦,٨
١٩٨٠	١٦,٨	٥٤,١	١٦,٨	٠,٦	٠,٢					أثر	١,٨	٤١,٦	١٣١,٩
١٩٨١	٢٩,٧	٢٩,٤	٦,٣	١,٧	٠,٤					١,٨	٩,٠	٢,١	٨٠,٤
١٩٨٢	٣١,١	١٧,٧	١٦,٧	٢,٨	٢,٥					٧,٨	٣٢,٨	١٥,١	١٢٦,٥
١٩٨٣	٢٣,٥	٦,٠	١٢,٦	١٨,٩	٣,١	أثر					٠,٢	٠,٦	٢٤,٩
١٩٨٤	١٤,٨	١,٨	١٧,٣	أثر	أثر					أثر	٤١,٢	٨,٢	٨٣,٣
١٩٨٥	٢٧,٤	أثر	٦,٠	١٠,١	أثر						٢٥,٠	١٠,٦	٧٩,١
١٩٨٦	١١,٩	١٦,٧	٢٠,١	١٧,٢	٥,٦						١٨,٦	٢٠,٤	١١٣,٥
١٩٨٧	٠,٣	٩,٦	٤٣,٠	١,٠	أثر					٤,٩		١٦,٢	٧٥,٠
١٩٨٨	٣٧,٨	٩,٢	١٣,٣	٠,٨	أثر					٠,٤	٠,٤	*٨,٠	٥٩,٥٢,٨
*١٩٨٩	٣,٣	١٧,٥	٤,٧	٢,٠							١٣,٨	٢٠,٩	٦٢,٤
*١٩٩٠	١١,٥	١٩,٧	١,٠										

* كميات التساقط المسجلة في المحطة الخاصة بمنطقة الدراسة.

المحطة: فهي تتراوح بين شهرين إلى اثني عشر شهراً (١٩٧٢ - ١٩٧٣). كما لوحظ أن هذه المعدلات تظل مرتفعة ولا تسجل أية تغيرات كبيرة تذكر في كافة محطات الرصد الجوي الأربع عشرة في الكويت. أما في منطقة الدراسة فقد أمكن تسجيل فترة جفاف فعالة دامت حوالي تسعة أشهر بدأت في ٢٢ فبراير ١٩٨٩ (١٥,٩ مم) وانتهت في ١٣ نوفمبر من نفس العام (٩,٥ مم).

وهكذا يُلاحظ أن أطوال فترات الجفاف الحقيقي الفعَّال ذات تأثير كبير على منحنيات الرطوبة والمحتوى المائي للتشكلات السطحية في القطاع المدروس. ويظل تأثير مياه الخليج محدوداً جداً في هذا المجال ويقتصر على تقليل معدلات التبخر الفعلي عند هبوب الرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية (كوس) على منطقة الدراسة، مما يسبب إرتفاع معدلات الرطوبة النسبية وتلطيف درجات الحرارة خلال موسم الأمطار.

كما أن قِصَر فترات التساقط الفعَّال أو المؤثر يظل عاملاً بارزاً وشديد التأثير على المحتوى المائي للرواسب السطحية ومعادلة الموازنة المائية فيها. ففي القطاع المدروس لم تدم فترة التساقط الفعّال لعام ١٩٨٩ سوى شهر واحد: من ٢٢ فبراير وحتى ١٩ مارس من نفس العام. كما أن فصل الخريف من عام ١٩٨٨ لم يشهد أي شكلٍ من أشكال التساقط المطري الفعال في هذا القطاع نفسه. أما فترة التساقط الربيعي الفعال من عام ١٩٩٠ فلم تدم بدورها في المنطقة المدروسة سوى اسبوعين فقط: من ٢٧ يناير وحتى ١٣ فبراير ١٩٩٠.



(شكل ١٤)

النظام الشهري للتساقط والحرارة في الكويت

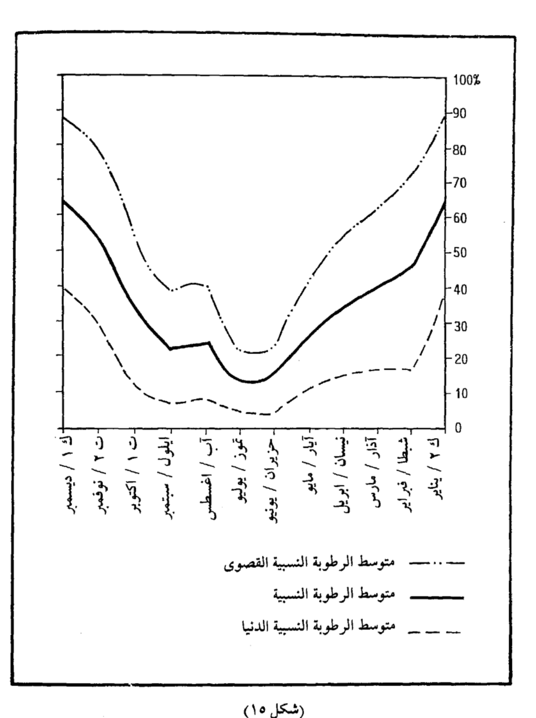
(مطار الكويت الدولي)

٢ ـ شدة التبخر

تشير معطيات الأرصاد الجوية إلى الارتفاع الملحوظ في معدلات التبخر الممكن (E . P. EVAPORATION POTENTIELLE) في كافة مناطق الكويت. ففي محطة المطار سُجل معدل تبخر سنوي ممكن مقداره ٤٠٠٠ مم، كما سُجلت معدلات مشابهة في محطة العمرية، الأقرب إلى ساحل البحر، تجاوز معظمها ٣٠٠٠ مم في العام.

إن الدراسة المتأنية لمختلف العناصر والشروط المناخية في الكويت تجعل من السهل على الباحث تفسير معدلات التبخر السنوي العالية التي سُجلت خلال سنوات الرصد الجوي. إن عدم قدرة الهواء على الوصول إلى درجة الاشباع Saturation، بسبب الارتفاع الشديد في درجات الحرارة خلال فترة طويلة من السنة، يعرقل بشكل واضح ظاهرة التكاثف وتشكل السحب مما يزيد بطبيعة الحال من تأثير درجات الحرارة المرتفعة تلك ويمكنها من رفع حرارة الهواء والتربة ويقف حائلاً دون وصول الهواء الجوي إلى درجة الاشباع. وهكذا يصبح جفاف الهواء نفسه هو السبب الأول في شدة التبخر وبالتالي في طول الفترات الجافة التي ينعدم فيها التساقط. (شكل ١٥).

لقد سُجلت في مطار الكويت الدولي معدلات قياسية شديدة الانخفاض للرطوبة النسبية، ففي الفترة الواقعة بين شهر مايو وشهر سبتمبر من عام ١٩٨٣ سجلت خلال ٤٢ يوما معدلات رطوبة نسبية تقل عن ٦ ٪، كما سجلت معدلات رطوبة نسبية تقل عن ١٠ ٪ خلال تسعة أيام من شهر مايو و ٢١ يوما من شهر يونيو و ٣٠ يوما من شهر يوليو و٢٦ يوما من شهر أغسطس و٢٧ يوما من شهر سبتمبر من نفس عام ١٩٨٣. كما تجدر الإشارة إلى معدلٍ قياسيٍ للرطوبة النسبية لم يتجاوز ٢ ٪، سُجل ست مرات في نفس المحطة وفي نفس الفترة الحارة من ذلك العام.



(شكل ١٥)

معدلات الرطوبية النسبية في الكويت لعام ١٩٨٥

(محطة مطار الكويت الدولي)

جدول رقم (٢) ويمثل العلاقة بين درجات الحرارة العظمى والدنيا وبين متوسط الرطوبة النسبية في مطار الكويت الدولي للفترة من (١٩٥٨ - ١٩٨٢).

الشهر	حرارة الهواء العظمى والصغرى المطلقة م°		متوسط الرطوبة النسبية العظمى والصغرى	
	العظمى المطلقة	الصغرى المطلقة	متوسط الرطوبة النسبية العظمى ٪	متوسط الرطوبة النسبية الصغرى ٪
يناير	٢٩,٨	-٤,٠	٨٧	٤١
فبراير	٣٥,٨	-١,١	٨٢	٨٣
مارس	٤١,٢	٣,٣	٧١	٢٤
ابريل	٤٤,٢	٩,٧	٦٤	٢١
مايو	٤٩,٠	١٥,٠	٤٧	١٣
يونيو	٤٩,٨	٢٠,٤	٣٢	٧
يوليو	٥٠,٦	٢٣,٣	٣٣	٩
أغسطس	٥٠,٧	٢٠,٦	٣٧	٩
سبتمبر	٤٧,٥	١٦,٨	٤٨	١١
أكتوبر	٤٣,٧	١١,٣	٦٤	١٩
نوفمبر	٣٧,٩	٠,٧	٧٥	٢٩
ديسمبر	٣٠,٥	-١,٥	٨٤	٣٨

لقد تم خلال فترة الدراسة (١٩٨٨ ـ ١٩٩٠) تسجيل معدلات مرتفعة جدا للتبخر الممكن . E . P كانت في مجملها نتيجة حتمية لتدني معدلات الرطوبة النسبية ولجفاف الهواء الجوي (جدول ٢).

لقد تم رصد تلك المعدلات وتسجيلها في سياقها الزمني الدقيق وذلك بهدف متابعة وتسجيل ما يترتب عليها من آثار على المحتوى الرطوبي والمائي للتشكلات السطحية أثناء فترتي التساقط الشتوي والربيعي وفي نهاية فترة الجفاف الصيفي الطويل.

٣ ـ درجات الحرارة المرتفعة للهواء وللتربة (الجداول ٢، ٣، ٤)

ترتبط درجات الحرارة المرتفعة التي تُسجل من كافة محطات الرصد الجوي في الكويت بعدة عوامل تتمثل في جفاف الهواء وشفافيته وضآلة معدلات التغيم إضافةً إلى ارتفاع معدلات التشمّس (سطوع الشمس). فالملاحظ أن معدلات التشمّس الحقيقي تقترب في الكويت إلى حدٍ كبير من معدلات السطوع النظري: اذ تبلغ ٥,٧٢٪ منها. ففي مطار الكويت يبلغ عدد ساعات التشمّس الفعلي سنويا ٣٣٧٩ ساعة، وهذا الرقم يقترب كثيراً من عدد ساعات السطوع النظرية البالغة ٤٦٠٠ ساعة في العام. كما يلاحظ أيضاً أن المعدلات اليومية للسطوع تتفاوت تفاوتاً ملحوظاً حسب الفصول، فهي تبلغ ١٣ ساعة و٥٥ دقيقة في شهر يونيو في حين لاتزيد عن ١٠ ساعات و٢٩ دقيقة في شهر ديسمبر. والجدير بالذكر أن تباين زاوية سقوط أشعة الشمس ظهراً والبالغة ٨٤° في شهر يونيو و٣٧° في شهر ديسمبر يلعب دوراً هاماً في تفاوت حدة الاشعاع الشمسي الذي يناهز في محطة المطار ٧٣٨ سعرة حرارية / غرام / يوم في شهر يونيو في حين لا يتعدى ٢٦٠ سعرة حرارية / غرام / يوم في شهر ديسمبر. إضافة إلى هذا العامل الفلكي الصرف الذي يتمخض عن ذلك التباين الحراري الكبير بين فترتي الانقلاب الصيفي والانقلاب الشتوي لابد من الاشارة أيضاً الى ضآلة معدلات التغيّم طوال العام والدور الكبير الذي تلعبه في هذا المجال.

جدول رقم (٣) ويمثل درجات الحرارة القصوى المسجلة في مختلف مناطق الكويت في أشهر الصيف (١٩٥٤ - ١٩٨٦)

المحطة		مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر
المطار الدولي	الدرجة	٤٩	٤٩,٨	٥٠,٦	٥٠,٧	٤٧,٧
	السنة	١٩٥٨	١٩٦٦	١٩٨٣	١٩٨١	١٩٨٢
العمرية	الدرجة	٤٦,١	٤٩,٦	٥٠	٤٩	٤٧
	السنة	١٩٦٢	١٩٦٦	١٩٦٨	١٩٦٣	١٩٦٨
الشويخ	الدرجة	٤٨,١	٥٠,٨	٥٠,٦	٤٩,٢	٤٧,٢
	السنة	١٩٥٨	١٩٥٤	١٩٥٤	١٩٦٦	١٩٥٤
الأحمدي	الدرجة	٤٦,٥	٤٩,٥	٤٩,٥	٤٩	٤٧
	السنة	١٩٦٦	١٩٦٦	١٩٦٧	١٩٦٦	١٩٦٨
ميناء الأحمدي	الدرجة	٤٥	٤٧	٤٨,٥	٤٧,٢	٤٦,٣
	السنة	١٩٦٥	١٩٦٩	١٩٦٨	١٩٦١	١٩٦٨
فيلكا	الدرجة	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧,٧	٤٦
	السنة	١٩٧٣	١٩٧٧	١٩٧٧	١٩٧٧	١٩٧٧
الصليبية	الدرجة	٤٦	٤٩,٥	٥١	٥٠	٤٧,٢
	السنة	١٩٧٧	١٩٧٧	١٩٧٨	١٩٧٧	١٩٧٣
الروضتين	الدرجة	٤٧	٤٨,٥	٤٨	٤٩,٢	٤٧
	السنة	١٩٧٥	١٩٧٦	١٩٧٧	١٩٧٦	١٩٧٤
أم العيش	الدرجة	٤٧	٤٨,٩	٤٩,٥	٥٠	٤٧,٢
	السنة	١٩٦٥	١٩٦٢	١٩٧٧	١٩٦٣	١٩٦٢

جدول رقم (٤) درجات الحرارة القصوى والدنيا على أعماق ٥ سم
١٠ سم و ٢٠ سم ضمن التربة. محطة مطار الكويت الدولي
الفترة من ١٩٧٥ - ١٩٧٩

الأشهر	عمق ٥ سم		عمق ١٠ سم		عمق ٢٠ سم	
	الدرجة القصوى	الدرجة الدنيا	الدرجة القصوى	الدرجة الدنيا	الدرجة القصوى	الدرجة الدنيا
يناير	٢١,٣	٣,٠	٢٢,٥	٥,٠	١٩,٣	٧,٠
فبراير	٢٧,٠	٦,٠	٢٩,٨	٧,٨	٢٢,٣	٩,٢
مارس	٣٤,٣	٧,٦	٣٣,٢	٩,٦	٢٨,٥	١٠,٩
ابريل	٣٨,٢	١٦,٧	٣٤,٠	١٨,٠	٣٢,٥	١٨,٦
مايو	٤٨,٠	٢٠,٥	٤٣,٠	٢٢,٠	٤٠,٠	٢٥,٠
يونيو	٤٩,٥	٢٨,٤	٤٦,٥	٣٠,٠	٤٣,٠	٣١,٧
يوليو	٤٩,٥	٣٠,٥	٤٨,٢	٣٢,٠	٤٣,٥	٣٣,٣
اغسطس	٤٩,٥	٢٩,٠	٤٦,٧	٣١,٨	٤٤,٩	٣٣,٦
سبتمبر	٤٦,٥	٢٦,٢	٤٤,٠	٢٧,٥	٤٠,٥	٣٠,٠
أكتوبر	٤٢,٠	١٤,٠	٣٧,٠	١٥,٠	٣٦,٠	١٧,٠
نوفمبر	٣٦,٢	٩,٥	٣٧,٠	١١,٨	٣٨,١	١٢,٨
ديسمبر	٢٤,٤	٣,٠	٢٣,٠	٦,٠	٢٣,٥	٧,٥

وهكذا تُسجل فوق أرض الكويت درجات حرارة عالية يمكن تصنيفها مع الأرقام القياسية العالمية لدرجات الحرارة: ٥٧,٨° م في العزيزية - ليبيا، ٥٦,٦° م في وادي الموت - الولايات المتحدة الامريكية، ٥١° م في الصليبية - الكويت، ٤٨,٥° في استراليا، والجدير بالذكر أن درجات الحرارة القصوى المسجلة في الكويت لا تمثل حالات نادرة قلما تتكرر معطيات حالات تستمر أحياناً

لفترات طويلة. فمن خلال متابعة معطيات الأرصاد الجوية في مطار الكويت الدولي أمكن الحصول على بعض الأرقام الغنية بدلالاتها من هذا المجال. فقد سُجلت درجات حرارة تزيد عن ٤٠° على مدى ١٢٣ يوما (أي ١٢٢٣ ساعة) خلال خمسة أشهر من الفصل الجاف الحار امتدت من شهر مايو إلى شهر سبتمبر. أما عدد الأيام التي سُجلت فيها درجات حرارة تزيد عن ٤٥°م، خلال نفس الفترة، فقد بلغ ٤,٦ يوماً. كما لوحظ في عام ١٩٨٦، على سبيل المثال لا الحصر، أن درجات حرارة تزيد عن ٤٧° كانت قد سُجلت خلال ١٨ يوماً من شهر يوليو وأن درجات الحرارة التي تعدت الـ ٤٠° دامت حوالي ١٦ ساعة خلال الأيام الثمانية عشرة تلك.

لقد لوحظ خلال فترة الرصد الخاصة بهذا البحث تسجيل درجات حرارة عالية طوال خمسة أشهر من مايو إلى سبتمبر. ففي مايو من عام ١٩٨٩ سُجلت درجات حرارة تزيد عن ٤٠°م خلال ١٥ يوما، وفي شهر يونيو من نفس العام سُجلت درجات حرارة تزيد عن ٤٠°م خلال ٢٩ يوما، ودرجات حرارة تزيد عن ٤٥°م خلال ١٢ يوماً. أما في شهر يوليو فقد سُجلت درجات حرارة تزيد عن ٤٥°م طوال الشهر، كما سُجلت درجات حرارة تجاوزت ٤٨°م خلال تسعة أيام من ذلك الشهر.

إن كافة الخلاصات والنتائج المتعلقة بحرارة الهواء تظل صالحة ويمكن تطبيقها على حرارة سطح الأرض وحرارة التشكلات السطحية التي تمثل موضوع بحثنا وبؤرة اهتمامنا في هذا العمل الميداني. فمن الممكن للحرارة القصوى لسطح الأرض أن تصل، تحت أشعة الشمس المباشرة، إلى ٧٥°م خلال الفصل الحار من شهر مايو إلى شهر سبتمبر. أما على عمق ٥سم من سطح الأرض فقد سُجلت درجات حرارة قصوى، في مطار الكويت الدولي، لم تتجاوز ٤٩,٥°م وقد لوحظ تناقص واضح في تلك الدرجات على عمق ١٠ سم و٢٠ سم حيث بلغت ٤٤,٩°م، و٣٣,٦°م على التوالي.

وهكـذا فدرجـات الحرارة القصـوى المسجلة في الكويت والخـاصة بـالهواء والتربة تلعب دوراً هاما في زيادة حدة التبخر وبالتالي في تفاقم درجـة القحولـة degré d'aridite . فـاذا مـا طبقنـا هنـا معـامـل مؤشر القحـولـة الـذي اقـترحـه ا. دومارتون E . de Martonne والتعديلات التي ادخلت عليه امكننا حساب درجة القحولة في الكويت على النحو التالي :

$$Q = \frac{P}{T + 10}$$

حيث Q : مؤشر درجة القحولة ،

P : متوسط التساقط السنوي ،

T : متوسط الحرارة السنوي ،

بموجب هذا المعامل تكون Q = $\frac{١١٥}{١٠ + ٢٦}$ = ٣,١٩

ويمكن من خلال هذه الدرجة تصنيف الكويت، والمنطقة المدروسـة طبعاً، في عداد المناطق القاحلة (حيث المؤشر أقل من ٥) وذلك من خلال حقيقـة العجز الكبير في الاحتياطي المائي مقارنة بمعدلات التبخر المرتفعة. وهكذا لا تتمكن مياه التسـاقط من التسرب بعيداً في أعـماق التشكلات السـطحية كـما تظل عـاجزة عن تكوين الاحتياطي المائي ضمن هذه التشكلات إلا عندما تكون الـزخات المـطرية على درجة عـالية من الـتركز intensite وأن تكـون على درجـة من التقارب الـزمني تمكنها من التخفيف من حدة العجز المائي الذي يحدثه التبخر الشديد.

٤ ـ التركز المطري الشديد والتباين السنوي في معدلات التساقط

يمتاز التساقط المطري في الكويت عامة وفي المنطقة المدروسة خاصة بالتركّز الشديد. إذ يبلغ المتوسط السنوي للتركز المطري في مطار الكويت ١,٩٢ مم / ساعة. إلا أن هذا المتوسط، الذي يتغير من عام لآخر. لا يمثل دوماً المؤشر الحقيقي والدقيق على ظاهرة التركز المطري. فمن خلال متابعة معطيات الرصد الجوي في محطات الكويت المختلفة خلال الثلاثين سنة الماضية أمكن تسجيل عدد من الزخات المطرية التي تمثل أرقاماً قياسيةً في هذا المجال. ففي ٧ مارس ١٩٥٤ سُجل في الشويخ ٥٢ مم من المطر في ساعة واحدة أي ما يعادل ٠,٨٦ مم / دقيقة، كما سُجل في محطة فيلكا في ٢ نوفمبر ١٩٨٢: ٢٦,٣ مم في ١٢ دقيقة فقط أي ما يعادل ٢,١٩ مم / دقيقة. أما أكثر الزخات المطرية تركيزاً فقد سُجلت في محطة العمرية في ٣ أبريل ١٩٨٣ وبلغت ٣٢,٤ مم خلال ١٢ دقيقة أي ما يعادل ٢,٧ مم / دقيقة. (جدول ٥).

لقد أمكن من خلال عمليات رصد التساقط المطري في المنطقة المدروسة من أكتوبر عام ١٩٨٨، وحتى مايو عام ١٩٩٠ تسجيل عدد من الزخات المطرية المركزة. إلا أن تلك الزخات لم تبلغ الحد الذي يمكن معه اعتبارها أرقاماً قياسية معبرة عن التركز المطري. يمكن أن نذكر من تلك الزخات الزخة التي حدثت صباح يوم الأربعاء ٢٢ فبراير ١٩٨٩ والتي دامت حوالي ٩٠ دقيقة وكانت حصيلتها ٥ مم. وكذلك الزخة التي بلغت ٨,٨ مم والتي حدثت خلال ساعتين قبل منتصف ليل ١٣ فبراير من عام ١٩٩٠.

ان معدل التركّز المطري خلال ٢٤ ساعة يعتبر أيضاً ذا دلالة واضحة الأهمية فيما يتعلق بموضوع هذا البحث. الا أن هذا المعدل يظل متدنياً مقارنة بالمعدلات المماثلة في المناطق المتاخمة لدولة الكويت والتي تتمتع بمعدلات تساقط سنوي أكثر ارتفاعاً، كما أن هذا المعدل يرتبط، بطبيعة الحال، أيضاً بالمتوسط السنوي للتساقط المطري في الكويت والبالغ ١١٤,٢ مم فحسب.

جدول رقم (٥) ويمثل أرقاما قياسية تعبر عن شدة التساقط وتركزه في الكويت ـ الفترة من ١٩٥٤ ـ ١٩٨٥

محطة الرصد	التاريخ	الزمن بالدقائق	التساقط بالمم
الشويخ	٧ / ٣ / ١٩٥٤	٦٠	٥٢,٠
جزيرة فيلكا	١٦ / ٣ / ١٩٧٢	٢١	٣٢,٧
ميناء الأحمدي	١٦ ـ ١٧ / ٣ / ١٩٧٢	١٢٥	٦٢,٢
جزيرة فيلكا	١٧ / ٣ / ١٩٧٢	٣٠	٤٥,٠
العمرية	٢٢ / ٤ / ١٩٧٥	٢٥	٣٩,١
مركز المطار	٤ / ٤ / ١٩٧٦	٢٠	٣٨,٤
جزيرة فيلكا	٢ / ١١ / ١٩٨٢	١٢	٢٦,٣
الصليبية	٣ / ٤ / ١٩٨٣	٢٠	٤٠,٠
الشويخ	٣ / ٤ / ١٩٨٣	١٠	١٢,٠
العمرية	٣ / ٤ / ١٩٨٣	١٢	٣٢,٥
العمرية	١٠ / ١١ / ١٩٨٤	٣٠	١١,٠
الروضتين	٢١ / ٣ / ١٩٨٤	٤٥	٢٠,٠
الشعيبة	١١ / ١١ / ١٩٨٥	١٥	١٨,٠
الوفرة	١١ / ١١ / ١٩٨٥	٢٠	٢٠,٠

أما التباين السنوي الكبير في معدلات التساقط المطري فيمكن إعتباره من الخصائص الهامة المميزة للمناخ الكويتي، إذ من الممكن لهذا التباين أن يبلغ حداً كبيراً جداً، ففي ميناء الأحمدي بلغت كمية التساقط في سنة ١٩٧٢ : ٣٥١,٧ مم في حين أنها لم تتجاوز ٢٧,٦ مم من عام ١٩٦٤. كما تلقت محطة العمرية ٢٥٩ مم من المطر في احدى السنوات في حين أنها لم تتلق الا ١٦,٣ مم في احدى السنوات الأخرى. أما في مطار الكويت الدولي حيث يبلغ المتوسط السنوي للتساقط ١١٤,٢ مم فقد بلغت كمية التساقط في شهر نوفمبر من عام ١٩٦٧ حوالي ١٠٧,٦ مم في حين لم تتجاوز كمية التساقط لنفس الشهر من العام التالي ١٩٦٨ : ١٥ مم فقط.

لقد شهدت المنطقة المدروسة تباينات كبيرة في معدلات التساقط السنوية والشهرية خلال فترة الدراسة. وهكذا لم تتجاوز كمية التساقط الخريفي لعام ١٩٨٨ : ١,٢ مم فقط في حين أن كمية التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩ بلغت في نفس المنطقة المدروسة ٣٥ مم. أما فصل التساقط الشتوي فقد كانت حصيلته في المنطقة المدروسة ٣٠,٣ مم عام ١٩٩٠، في حين لم تتجاوز حصيلة التساقط لنفس الفترة من عام ١٩٨٩ : ٢٢ مم فقط. أما التفاوت في معدل التساقط الربيعي فقد كان كبيراً بين عامي ١٩٨٩ و ١٩٩٠، ففي عام ١٩٨٩ بلغ ذلك المعدل ٧ مم في حين انعدم التساقط الربيعي بشكل كامل في المنطقة عام ١٩٩٠.

أخيراً من الضروري أن نشير هنا إلى الأضرار الفادحة والآثار السلبية التي يعاني منها العالم الحي (البيولوجي) من جراء التباين السنوي الكبير في معدلات التساقط، إضافة إلى الدور الذي تلعبه تلك الخاصية المناخية في عرقلة مختلف أشكال الجريان السطحي والعميق وعرقلة تحقيق معادلة الموازنة المائية والوقوف حجر عثرة أمام شتى أشكال التنمية الاقتصادية والبيئة في المنطقة المدروسة.

وقائع التساقط المطري في المنطقة المدروسة
وتوزعه الزمني خلال فترة البحث

إذا افترضنا أن موسم التساقط الفعلي يبدأ عند هطول الزخة المطرية الأولى القابلة للقياس: ١,٠ مم، (شريطة أن تتلوها زختان مطريتان قابلتان للقياس على الأقل خلال شهر واحد)، فأن موسم التساقط المطري الخريفي لعام ١٩٨٨ لم يعرف فعلياً أي شكل من أشكال التساقط المطري، وأن الزخة المطرية الأولى في القطاع المدروس لم تسقط إلا في موسم التساقط الشتوي في ١٤ ديسمبر من نفس العام ولم تتجاوز ١,٠ مم. ولكن التساقط حدث خلال الأربعة أيام التالية ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، بمجموع عام لم يتجاوز خلال الخمسة أيام ١,١ مم فقط. ثم ينعدم التساقط أسبوعاً كاملاً لتسقط بعد ذلك زخة مطرية بسيطة، لكنها مركّزة نسبياً، مساء الخامس والعشرين من نفس الشهر بلغ مجموعها ١,٢ مم خلال ٥٠ دقيقة فقط، تلتها بعد خمسة أيام زخة مطرية أخرى لم تتعد ٠,٥ مم (٣٠ / ١٢ / ١٩٨٨). وفي ٢ / ١ / ١٩٨٩، أي بعد ثلاثة أيام فقط، حدثت زخة مطرية متوسطة التركز بلغت ٢,٦ مم خلال أربع ساعات ونصف تقريباً. وبعدها انعدم التساقط حوالي شهر كامل حيث سقط ١,٥ مم في زخة مطرية مركّزة دامت حوالي ٢٠ دقيقة (١ / ٢ / ١٩٨٩). ولم يسقط المطر مرةً أخرى في المنطقة المدروسة الا بعد ١٧ يوماً حيث سجلت زخة مركّزة بلغت حصيلتها ١,٦ مم خلال ساعة ونصف من مساء ١٩ / ٢ / ١٩٨٩.

أما الزخات المطرية المؤثرة والفعّالة فلم تشهدها المنطقة الا في ٢٠ فبراير ١٩٨٩ حيث بدأ التساقط بعد ظهر ذلك اليوم (الساعة ١٦) على شكل زخة مطرية مركّزة دامت أقل من ربع ساعة وسجل خلالها ١,٣ مم تلاها في اليوم التالي عدد من الزخات المطرية المركّزة بدأت مع فجر ذلك اليوم واستمرت بلا

انقطاع على شكل زخات متتالية دامت حتى صباح اليوم التالي وكانت حصيلة تلك الزخات التي حدثت خلال هذين اليومين المتتاليين ١٥,٩ مم*.

أما الزخات المطرية التي شهدتها المنطقة بعد ذلك خلال موسم التساقط الربيعي فلم يتجاوز مجموعها الكلي ٧ مم توزعت على ٦ زخات مطرية أغلبها مركَّزه هي : ٠,٣ مم خلال خمس دقائق في ٩ / ٣ / ١٩٨٩، ٠,٨ مم خلال ساعات في اليوم التالي، ٠,٤ مم خلال ربع ساعة يوم ١٩ / ٣ / ١٩٨٩، ثم ٣,٢ مم خلال زخة مطرية شديدة التركُّز (أقل من ٥ دقائق) الساعة الثالثة من بعد ظهر ٢٦ / ٣ / ١٩٨٩، ٠,٤ مم ظهر يوم ٢٤ / ٤ / ١٩٨٩ تلتها بعد أربعة أيام زخة أخرى بلغت ١,٦ مم مساء ٢٨ / ٤ / ١٩٨٩ . أما آخر زخة مطرية خلال ذلك الموسم فقد حدثت عند المغيب يوم ٨ / ٥ / ١٩٨٩ ولم تتجاوز ٠,٢ مم بدأ بعدها موسم الجفاف الصيفي الميتيورولوجي الطويل الذي استمر حوالي ستة أشهر والذي لم ينته الا مع أول زخة مطرية في موسم التساقط الخريفي لذلك العام والتي حدثت بعد منتصف ليل ٣١ أكتوبر وبلغت حصيلتها ٠,٩ مم فقط. وقد سجلت خلال ذلك الموسم عدة زخات مطرية أخرى بدأت في الثامن من شهر نوفمبر واستمرت بشكل متقطع حتى ١٩ منهُ، وكانت حصيلتها ١٣,٤ مم** منها ٥ مم سقطت على شكل زخة مركَّزة خلال ليل ١٣ من هذا الشهر. وبعدها انعدم التساقط طوال أسبوعين متتاليين ليبدأ نشاطه مرة أخرى في ٢ ديسمبر ويستمر حتى الرابع من نفس الشهر. وقد بلغت كمية التساقط الناتجة عن هذه الزخات الأخيرة حوالي ١٥,٥ مم، سُجلت منها ٨ مم على شكل زخة

(*) أتُخذت هذه الزخات المطرية منطلقاً لمتابعة وقياس المحتوى الرطوبي ـ المائي وطاقة الاحتواء المائي PFبدءاً من ٨ / ٣ / ١٩٨٩ وحتى ٢٦ / ٩ / ١٩٨٩.

(**) أعتبرت هذه الزخات المطرية منطلقاً لمتابعة التغيرات في المحتوى الرطوبي ـ المائي وطاقة الاحتواء المائي PF بدءاً من ٥ / ١٢ / ١٩٨٩ وحتى ٢٠ / ٤ / ١٩٩٠.

مركّزة حدثت خلال أربع ساعات، من الساعة السادسة وحتى العاشرة من مساء يوم الأحد ٣ / ١٢ / ١٩٨٩. وبعد أسبوع واحد حدثت عدة زخات مطرية فعالة يوم ١١، ١٢، ١٤ من نفس الشهر بلغت حصيلتها ٥,٢ مم. ولم يسجل في شهر ديسمبر بعد ذلك سوى زخة مطرية واحدة قابلة للقياس لم تتجاوز ٠,٢ مم حدثت في ٢٦ من هذا الشهر وختمت بذلك موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩ في المنطقة المدروسة.

أما موسم التساقط السنوي الفعلي لعام ١٩٩٠ فقد بدأ بعدد من الزخات البسيطة حدثت الأولى في ٣ / ١ / ١٩٩٠ (٠,٦ مم) والثانية في ١٤ / ١ / ١٩٩٠ (٠,٨ مم)، وحدثت الثالثة في ١٩ / ١ / ١٩٩٠ (٠,٦ مم). ولم يشهد هذا الموسم الزخات المطرية الفعّالة الا في أواخر شهر يناير حيث هطلت ٩,٥ مم خلال يومي ٢٧ / ١ و٢٨ / ١ منها ٥ مم تمثلت في عدد من الزخات المركّزة التي حدثت في ليل ١٧ / ١ / ١٩٩٠. أما شهر فبراير من نفس العام ١٩٩٠ فقد بلغت حصيلة التساقط المطري فيه حوالي ٢٠ مم هطلت منها ٨,٦ مم في اليوم الاول والرابع والخامس منه، كما هطل ٢,٣ مم في اليومين الثامن والتاسع من الشهر، كما حدثت زخة مطرية مركّزة خلال ساعتين قبل منتصف ليل ١٣ / ٢ / ١٩٩٠ كانت حصيلتها ٨,٨ مم. أما آخر زخة في شهر فبراير فقد حدثت في ١٨ / ٢ وكانت حصيلتها ٠,٣ مم فقط.

أما شهر مارس من عام ١٩٩٠ فقد كان جافاً شحيح المطر لم تحدث فيه سوى زخة مطرية واحدة قابلة للقياس حدثت في الثامن من الشهر المذكور ولم تتعد حصيلتها ١ مم فحسب وبعدها توقف التساقط المطري كليةً خلال موسم التساقط الربيعي لتبدأ فترة الجفاف الميتيورولوجي والجفاف الحقيقي والتي استمرت أكثر من سبعة أشهر.

مناقشة التساقط المطري في المنطقة المدروسة خلال فترة البحث.

بدأت عمليات رصد وتسجيل ظاهرة التساقط المطري في المنطقة المدروسة مع بداية التساقط الخريفي لعام ١٩٨٨ واستمرت المرحلة الأولى حتى نهاية شهر مايو لعام ١٩٨٩. وقد كانت كمية التساقط المسجلة خلال تلك الفترة والتي بلغت ٣١,٨ مم تعادل إلى حدٍ كبير كمية التساقط المطري في محطة المطار والتي بلغت، لنفس الفترة، حوالي ٣١,٦ مم. أما المرحلة الثانية والأخيرة من عمليات رصد التساقط فقد بدأت من جديد مع مطلع موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩ وانتهت مع نهاية موسم المطر الربيعي لعام ١٩٩٠ في نهاية شهر مايو لنفس العام. وقد بلغت كمية التساقط خلال هذه الفترة ٦٦,٣ مم أي أكثر من ضعف كمية التساقط التي عرفتها المنطقة المدروسة في مرحلة الرصد الأولى. الا أن كمية التساقط هذه التي شهدتها المنطقة المدروسة خلال هذه الفترة كانت أقل بشكل واضح من كمية التساقط الذي سجلته محطة المطار والذي بلغ ٨٤ مم خلال نفس الفترة.

ويمكن، من خلال معاينة المعطيات المسجلة للتساقط المطري في القطاع المدروس خلال هاتين الفترتين ومقارنتها مع كميات التساقط المألوفة، ملاحظة ما يلي:

- **انعدام التساقط المطري خلال موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٨.**
- **انعدام التساقط المطري المؤثر أو الفعال (٥ مم للزخة الواحدة) خلال القسم الأكبر من موسم التساقط الشتوي لعام ١٩٨٨.**
- **حدوث بعض الزخات المطرية المؤثرة والفعَّالة في موسم التساقط الشتوي لعام ١٩٨٩.**
- **انعدام التساقط المطري المؤثر أو الفعَّال خلال موسم التساقط الربيعي لعام ١٩٨٩.**

- التباين الكبير بين انعدام التساقط المطري في خريف عام ١٩٨٨ وبين كمية التساقط التي بلغت ٣٥ مم خلال موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩ .
- تزحزح فترة التساقط الفعَّال من النصف الخريفي - الشتوي إلى النصف الشتوي - الربيعي خلال فترة الرصد الأولى (من أكتوبر ١٩٨٨ الى مايو ١٩٨٩).
- الانعدام التام للتساقط المطري في ربيع عام ١٩٩٠ حيث استمرت فترة الجفاف الميتيورولوجي من ٧ أشهر ابتداء من ٨ مارس وحتى موسم التساقط الخريفي في نفس ذلك العام.

المحتوى المائي - الرطوبي* في الوحدات المورفوبيدولوجية المدروسة

لقد تمَّ قياس وتحديد المحتوى المائي ـ الرطوبي لكافة العينات التي تم جمعها من كافة الوحدات المورفوبيدولوجية المدروسة والتي بلغ عددها ٤٨ عينة. وقد تمت عملية القياس تلك على فترات زمنية متعاقبة تتباعد عن بعضها بمقدار ١٥ يوماً، خلال مرحلتين بدأت الأولى في ٨ مارس ١٩٨٩ وانتهت في نهاية موسم الجفاف النظري في أواخر سبتمبر من نفس العام، أما المرحلة الثانية فقد بدأت في ٥ ديسمبر ١٩٨٩ واستمرت حتى نهاية موسم التساقط الشتوي لعام ١٩٩٠. لقد أمكن من خلال متابعة نتائج تحديد المحتوى المائي ـ الرطوبي خلال تلك المرحلتين استخلاص مجموعة من الحقائق الموضوعية، التي ستتم مناقشتها وتحليلها في هذا البحث والتي يمكن ايجازها على النحو التالي:

١ ـ ظلَّ المحتوى المائي ـ الرطوبي مرتفعاً طوال المرحلة الثانية التي شملت موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩ وموسم التساقط الشتوي لعام ١٩٩٠، كما ظلَّ مرتفعاً بشكل واضح بعد ١٥ يوماً من الزخات المطرية الرئيسية التي أُتُخِذَتْ أساساً لعملية قياس المحتوى المائي. وقد تراوحت معدلات المحتوى المائي بشكل عام بين ٣٪ و ٢٤٪. (جدول ٦).

٢ ـ لوحظ أن المحتوى المائي الرطوبي ـ يتزايد، في أغلب الحالات، بشكل مضطرد مع ازدياد العمق، فالمعدلات الدنيا للمحتوى المائي سُجلت طوال فترة الرصد في المستويات العليا للرواسب السطحية في حين أن أعلى معدلات المحتوى المائي سُجلت في المستويات الدنيا من ٢٥ سم إلى ١٢٥ سم.

---

* المقصود بالمحتوى المائي ـ الرطوبي كل من المحتوى المائي للرواسب السطحية Tep eur en eau، ورطوبة الرواسب humidite du sol أو Soil moistur e بالانجليزية.

جدول (٦) توزع النسب المئوية للمحتوى المائي ـ الرطوبي في الرواسب السطحية للمنطقة المدروسة

الوحدات المورفوبيدولوجية في المنطقة المدروسة	العمق	النسبة المئوية للمحتوى المائي – الرطوبي في الرواسب السطحية: ٠ – ٢ر٥	٢ر٥ – ٥	٥ – ٧ر٥	٧ر٥ – ١٠	١٠ – ١٢ر٥	١٢ر٥ – ١٥	١٥ – ١٧ر٥	١٧ر٥ – ٢٠	٢٠ – ٢٢ر٥	٢٢ر٥ – ٢٥
السبخات الجافة متوسط المنسوب من ٢ر٥ إلى ٥ر٥م الانحدار الوسطي ١ـ٢ درجة	A *	1 **			2						
	B						1				2
	C							1			2
	D								1		2
حقول النباك (الكثبان الساحلية) متوسط المنسوب من ٥ر٥ إلى ٨م الانحدار الوسطي من ١٥ إلى ٢ر٥ درجة	A	4 - 3									
	B	4	3								
	C	4	3								
	D		4 - 3								
الفرشات الرملية الحديثة الدنيا متوسط المنسوب من ٧ إلى ١٠م الانحدار الوسطي من ٢ إلى ٣ر٥ درجة	A	6 - 5									
	B		6	5							
	C					6			5		
	D					6			5		
الفرشات الرملية فوق تشكيلة فارس الأدنى متوسط المنسوب من ١٠ إلى ٤٠م الانحدار الوسطي من ٤ـ٥ر٥ درجة	A	10-9-8-7									
	B	9-8-7	10								
	C	9-8-7	10								
	D	10-9-8-7									
الأودية الجافة عند أقدام حافة جال الزور متوسط المنسوب من ٣٠ـ٤٠م الانحدار الوسطي من ٤ـ٧ درجة	A	12-11									
	B	12-11									
	C		12-11								
	D			12-11							

* أخذت العينات في كل موقع على الأعماق التالية A = ٥سم، B = ٢٥سم، C = ٧٥سم، D = ١٢٥سم.

** أرقام مواقع جمع العينات

٣ ــ لوحظ أيضا أن معدلات المحتوى المائي - الرطوبي كانت تتراوح في نهاية فصل الجفاف النظري (نهاية سبتمبر ١٩٨٩) بين ٠,٤ ٪ و ٢٣ ٪، وكانت تلك المعدلات تتخذ نمطاً موحداً Unimodale يترابط فيه النسق النمطي بين معدلات محتوى مائي تراوحت بين ١,٥ ٪ و ٣ ٪ وكانت تمثل ٦٠ ٪ من مجموع القياسات التي أُجريت.

٤ ــ كانت معدلات المحتوى المائي - الرطوبي على عمق ٥ سم هي الأقل دوماً وفي جميع المواقع والعينات المدروسة ما عدا منطقة السبخات الجافة. وكانت تلك المعدلات تقل في نهاية موسم الجفاف (أواخر سبتمبر ١٩٨٩) عن ١ ٪.

٥ ــ لوحظ تقاربٌ واضح في معدلات المحتوى المائي - الرطوبي في المستويات السطحية من الرواسب (٥ سم)، إذ تراوح معظمها في نهاية موسم الجفاف لعام ١٩٨٩ بين ٠,٤ ٪ و ٥ ٪.

٦ ــ كما لوحظ تشتّتٌ ظاهرٌ في قيم المحتوى المائي - الرطوبي على كافة الأعماق الأخرى: ٢٥ سم، ٧٥ سم، ١٢٥ سم، إذ تراوحت تلك القيم بين ٥ ٪ و ٢٤,٦ ٪.

تفاوت معدلات المحتوى المائي - الرطوبي تبعاً للوحدات المورفولوبيدولوجية

يتضح من خلال متابعة قيم المحتوى المائي في نهاية موسم الجفاف لعام ١٩٨٩ (جدول ٧) أن منطقة الفرشات الرملية العليا (المواقع 7 ,8 ,9 ,10) كانت أفقر الوحدات المورفوبيدولوجية في المنطقة المدروسة من حيث محتواها المائي - الرطوبي الذي تراوح بين ٥ , ٠ ٪ و ١ , ٤ ٪ . أما أكثر الوحدات المورفوبيدولوجية غنىً بالمحتوى المائي فقد كانت السبخات الجافة التي تراوح فيها ذلك المحتوي بين ١ , ٢ ٪ و ٦ , ٢٤ ٪.

وقد لوحظ في نفس الوقت وجود عدة حالات إستثنائية في مجال تفاوت توزع المحتوى المائي حسب الوحدات المورفوبيدولوجية جعلت من الضروري إستعراض ذلك التوزع تبعاً لكل وحدة من تلك الوحدات التي شملتها الدراسة.

١ ـ السبخات الجافة

سُجلت فيها أعلى معدلات المحتوى المائي - الرطوبي في المنطقة المدروسة، ومع ذلك فقد لوحظ تفاوت كبير في تلك المعدلات بين الموقع 1 والموقع 2 وخاصة على عمق ٥ سم و ٧٥ سم حيث سجل في الموقع 1 محتوى مائي بلغ ٣ , ٢ ٪ و ٦ , ٢ ٪ على التوالي وهي قيم أقل بكثير من القيم المسجلة على نفس تلك الأعماق في الموقع 1 حيث تزداد نسبة المكونات الخشنة نسبياً ومخلفات القواقع والرواسب البحرية. وسوف تتم مناقشة تغيرات المحتوى المائي حسب الأعماق لاحقاً عندما يتم عرض منحنيات المحتوى المائي - الرطوبي وتحليل نتائجها.

٢ ـ حقول النباك (الكثبان الرملية)

كانت قيم المحتوى المائي ـ الرطوبي فيها منخفضة نسبياً، تراوحت بين ٠,٤ ٪ و ٢,٥ ٪. وقد سُجلت أدنى تلك القيم على عمق ٥ سم أما أكثرها ارتفاعاً فقد سُجل على عمق ١٢٥ سم. وعلى الرغم من وجود بعض الانقطاعات إلا أن قيم المحتوى المائي كانت في تزايدٍ مستمر باتجاه الأعماق.

٣ ـ الفرشات الرملية الحديثة الدنيا

لوحظ في هذه الفرشات ازدياد معدلات المحتوى المائي بشكل مفاجىء على عمق ٧٥ سم و ١٢٥ سم. ويمكن تفسير هذا الإزدياد بإقتراب منسوب تلك الفرشات وخاصة على أعماق ٧٥ سم، ١٢٥ سم من منسوب السبخات الجافة التي يخضع المحتوى المائي ـ الرطوبي فيها بالدرجة الأولى إلى تذبذب مستوى ماء البحر من حالتي المد والجزر أكثر من تأثره بالتساقط المطري. الا أن تلك الفرشات الرملية سجلت معدلات منخفضة في محتواها المائي على عمق ٥ سم و٢٥ سم تراوحت بين ٠,٤ ٪ و ٤,٧ ٪.

٤ ـ الفرشات الرملية الحديثة العليا

عرفت هذه الوحدة المورفوبيدولوجية، كما ذكرنا آنفاً، أدنى معدلات المحتوى المائي ـ الرطوبي، إلا أنها عرفت أيضاً تفاوتاً واضحاً بين تلك المعدلات بين موقع وآخر وعلى أعماق متشابهة، ففي الموقع 9 كان المحتوى المائي على عمق ٥ سم ١,٧ ٪ من حين هبط على عمق ٢٥ سم إلى ٠,٥ ٪ ليعود بعد ذلك إلى الارتفاع ليصل على عمق ٧٥ سم إلى ٢,٤ ٪ ثم يهبط إلى ١,٦ ٪ على عمق ١٢٥ سم. أما في الموقع 8 فلم يتجاوز معدل المحتوى المائي ٠,٦ ٪ على عمق ٥ سم في حين أنه، على النقيض من الموقع 9، وصل إلى ١,٥ ٪ على عمق ٢٥ سم. إن كل تلك التباينات يمكن تفسيرها، في هذين الموقعين وفي غيرهما من

المواقع في المنطقة المدروسة، من خلال عدم التوافق discordance في عمليات الترسيب والتراكم التي أدت إلى تكوين مختلف الوحدات الموفوبيدولوجية في هذه المنطقة والتي اختلطت فيها الرواسب الفيضية السيلية مع أشكال التراكم الريحي. وقد أدى عدم التوافق هذا إلى ظهور تباين شديد في أحجام الرواسب وخصائصها المورفومترية بين موقعٍ وآخر وعلى أعماق متماثلة.

٥ ـ بطون الاودية الجافة عند أقدام حافة جال الزور

لوحظ في بطون هذه الأودية تزايد واضح خالٍ من الانقطاعات في معدلات المحتوى المائي ـ الرطوبي من السطح نحو الأعماق. فقد سُجلت أدنى المعدلات على عمق ٥سم (٠,٩ ٪ ـ ١,٢ ٪) في حين سُجلت أكثرها ارتفاعاً على عمق ١٢٥ سم حيث تراوحت بين ١,٥ ٪ و٥,٧ ٪.

منحنيات المحتوى المائي - الرطوبي في نهاية الفصل الجاف لعام ١٩٨٩

أتاحت عمليات قياس وتحديد المحتوى المائي - الرطوبي لكافة العينات (٤٨ عينة)، الموزعة على خمس وحدات مورفوبيدولوجية إمكانية متابعة تغيرات ذلك المحتوى وتصنيف تلك التغيرات وإظهار التفاوتات القائمة في هذا المجال بين موقعٍ وآخر وبشكل خاص بين وحدة مورفوبيدولوجية وأخرى. ولما كانت نهاية الفصل الجاف تمثل دوماً الفترة الحرجة بالنسبة للوسط الطبيعي البيوجغرافي المدروس فقد حرصنا على تحديد النماذج الخاصة بمنحنيات المحتوى المائي - الرطوبي في نهاية فصل الجفاف النظري لعام ١٩٨٩ والتي أمكن رسمها بالاعتماد على معطيات عمليات قياس وتحديد قيم المحتوى المائي - الرطوبي لكافة العينات في المنطقة المدروسة. لقد تبين من خلال قراءة تلك المنحنيات وجود تفاوتٍ بيِّنٍ في تغيرات معدلات المحتوى المائي حسب الأعماق بين الوحدات المورفوبيدولوجية الخمس في المنطقة المدروسة.

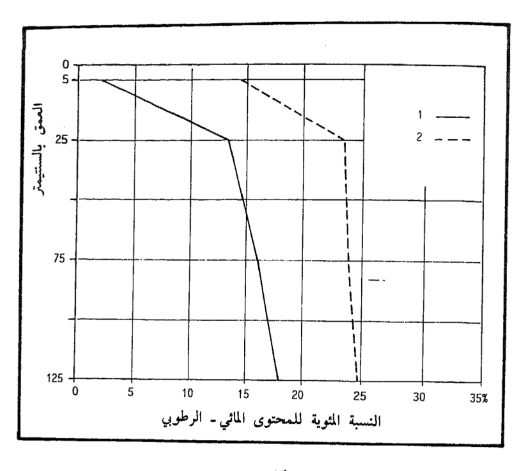
١ ـ منحنى المحتوى المائي - الرطوبي في السبخات الجافة (شكل ١٦)

يمتاز هذا المنحنى بتزايدٍ سريع في قِيَم المحتوى المائي - الرطوبي من مستوى ٥ سم إلى مستوى ٢٥ سم من سطح الأرض: من ٢,٣ ٪ إلى ١٣,٣ ٪ في الموقع 1 ومن ١٥ ٪ إلى ٢٣,٦ ٪ في الموقع 2. وبعدها يتخذ التزايد نسقاً بطيئاً وشبه ثابت في كل من الموقعين: من ٢٣,٦ ٪ إلى ٢٤,٦ ٪ في الموقع 2 ومن ١٣,٣ ٪ إلى ١٧ ٪ في الموقع 1. ومما لاشك فيه أن الدور الذي يلعبه منسوب مياه البحر في حالة المد يعتبر جوهرياً في تحديد مسار هذا المنحنى إضافة إلى الأثر الكبير الذي تلعبه الخصائص الميكانيكية والحبيبية للرواسب الناعمة التي تسود في هذه

السبخات والتي تساعد على ازدياد فعالية الخاصة الشعرية في هذه الوحدة المورفوبيدولوجية مما يؤدي إلى تصاعد ماء البحر المالح فوق مستوى المد الأعلى.

٢ ـ المنحنى المائي ـ الرطوبي في رواسب حقول النباك (الكثبان الساحلية) (الشكل ١٧)

يتزايد المحتوى المائي في الرواسب الرملية لحقول النباك بشكلٍ سريعٍ من عمق ٥ سم إلى عمق ٢٥ سم، وبعدها يستمر التزايد بنفس المعدل تقريبا في الموقع 4، في حين يلاحظ تناقص مفاجيء في الموقع 3 من ٢,٦ ٪ على عمق ٢٥ سم إلى ٢,٢ ٪ على عمق ٧٥ سم. ويتسارع التزايد بعد ذلك حتى عمق ٢٥ سم ليصل المحتوى المائي في الموقع 3 إلى ٤,٤ ٪ وفي الموقع 4 إلى ٥,٢ ٪. وسوف نلاحظ أثناء مناقشتنا لهذا المنحنى المائي ـ الرطوبي الخاص برواسب حقول النباك الأثر الايجابي الملحوظ لتزايد المحتوى المائي على الحياة النباتية في تلك الوحدة المورفوبيدولوجية وإمكانية تنميتها وتوسيع رقعتها.

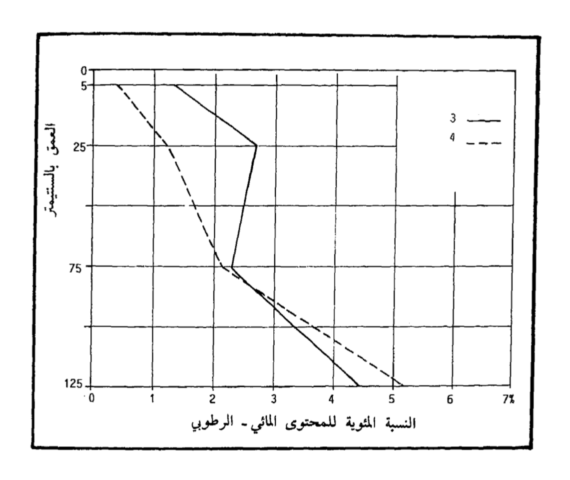


شكل (١٦)

المنحنى المائي - الرطوبي للرواسب السطحية في ٢٦ / ٩ / ١٩٨٩

منطقة السبخات الجافة

الموقعين 2 ,1



شكل (١٧)

المنحنى المائي - الرطوبي للرواسب السطحية في ١٩٨٩/٩/٢٦

حقول النباك

الموقعين 3, 4

٣ ـ المنحنى المائي ـ الرطوبي في رواسب الفرشات الرملية الحديثة الدنيا (الشكل ١٨).

تمتاز تلك الرواسب بتزايد محتواها المائي بشكل مضّطرد وسريع من عمق ٥ سم إلى عمق ٧٥سم . فهو يتزايد من ٨,٠ ٪ على عمق ٥ سم في الموقع 5 إلى ٦,١٣٪ على عمق ٧٥ سم، وفي الموقع 6 يتزايد المحتوى المائي من ٤,١٪ على عمق ٥ سم إلى ٧,١٠٪ على عمق ٧٥ سم. إلا أنه لوحظ بعد ذلك تأرجح المحتوى المائي ـ الرطوبي وتذبذبه بين تناقص بسيط أو تزايد لا يكاد يُذكر، ففي الموقع 5 لوحظ تناقص في المحتوى المائي للرواسب من ٦,١٣٪ على عمق ٧٥ سم إلى ٤,١١٪ على عمق ١٢٥ سم، أما في الموقع 6 فقد سجل على عكس ذلك تزايد بسيط من ٧,١٠٪ إلى ٧,١١ على التوالي بالنسبة للعمقين السابقين. ويمكن تفسير التزايد الملحوظ في المحتوى المائي على عمق ٧٥ سم في كل من الموقعين 6,5 من خلال التأكيد على قدرة الرواسب السطحية على الاحتفاظ بقدر لا بأس به من مياه التساقط المطري إضافة إلى تأثر تلك الرواسب، على ذلك العمق، بفعالية الخاصيَّة الشعرية التي تعمل على تصاعد المياه المالحة إلى مستويات أعلى بشكل ملحوظ من منسوب ماء البحر في حالة المد الأعلى.

٤ ـ المنحني المائي ـ الرطوبي في رواسب الفرشات الرملية الحديثة العليا (الشكل ١٩).

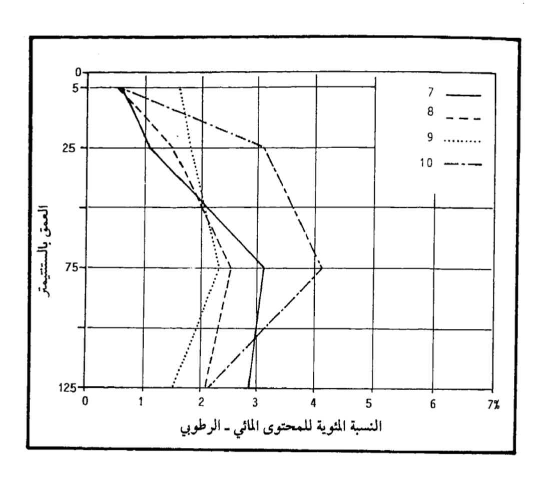
يمتاز المنحنى المائي ـ الرطوبي في هذه الرواسب بخصائص تميِّزه عن كافة المنحنيات الخاصة بالوحدات المورفوبيدولوجية الأخرى في القطاع المدروس. فعلى الرغم من التزايد الملحوظ في المحتوى المائي في المواقع 10,9,8,7 من المستويات السطحية (٥ سم) وحتى عمق ٧٥ سم، وهو نفس التزايد الذي سبق التنويه إليه في منحنى رواسب الفرشات الرملية الحديثة الدنيا، إلا أن قيم المحتوى

(جدول ٧) تغيرات المحتوى المائي - الرطوبي وطاقة الاحتواء المائي PFخلال موسم التساقط الربيعي وحتى نهاية فصل الجفاف النظري في أواخر سبتمبر ١٩٨٩*

الوحدات المورفوبيدولوجية	رقم الموقع	العمق بالسم**	١٩٨٩/٣/٨		١٩٨٩/٣/٢٣		١٩٨٩/٤/٩		١٩٨٩/٤/٢٤		١٩٨٩/٥/١٠		١٩٨٩/٥/٢٥		١٩٨٩/٦/١٠		١٩٨٩/٦/٢٥		١٩٨٩/٧/١١		١٩٨٩/٩/٢٦	
			المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF
السبخات الجافة	1	A	١١ر٢	>٢ر٢	٦ر٨	>٢ر٢	٦ر١	>٢ر٢	٧ر٢	>٢ر٢	٥ر٦	٢ر٢	٤ر١	٣	٢ر٦	٣	٢ر٧	٣	٢ر٦	٣	٢ر٣	٢ر٥
		B	١٦ر٣	٢ر٢	١٥ر٣	٢ر٢	١٦ر٦	٢ر٥	١٥ر٢	٣	١٤ر١	٣	١٤ر٦	٣	١٢ر٦	٣	١٣ر١	٣	١٤ر٢	٣	١٢ر٣	٣
		C	١٣ر٢	٢ر٢	١٣ر١	٢ر٢	١٤ر٤	٢ر٢	١٢ر٣	٢ر٥	١١ر٢	٢ر٥	٩ر٥	٣	٨ر٦	٢ر٥	٨ر١	٢ر٥	٧ر٦	٢ر٥	٦ر١	<٢ر٥
		D	٢٤ر٤	>٢ر٢	٢٣ر٦	>٢ر٢	١٨ر٢	٢ر٢	٢٢ر١	>٢ر٢	٢١ر٣	>٢ر٢	٢٠ر٥	>٢ر٢	١٩ر٣	٢ر٢	٢٠ر٢	٢ر٢	١٨ر١	٢ر٢	١٧ر٠	٢ر٢
	2	A	٢٣ر٩	٢ر٥	٢٢ر٣	٢ر٥	٢١ر٢	٢ر٥	٢٣ر٣	٢ر٥	٢١ر١	٢ر٥	٢٠ر٦	٢ر٥	٢٠ر١	٢ر٥	١٩ر٧	٢ر٥	١٩ر٦	٢ر٥	١٥ر٠	٢ر٥
		B	٢٨ر٢	٢ر٥	٢٨ر٦	٢ر٥	٢٧ر٦	٢ر٥	٢٨ر٢	٢ر٥	٢٦ر١	٢ر٥	٢٢ر٥	٢ر٥	٢٥ر٦	٢ر٥	٢٥ر١	٢ر٥	٢٤ر٨	٢ر٥	٢٣ر٦	٢ر٥
		C	٢٦ر٦	٢ر٥	٢٧ر١	٢ر٥	٢٥ر٢	٢ر٥	٢٧ر٧	٢ر٥	٢٥ر٢	٢ر٥	٢٤ر٦	٢ر٥	٢٤ر٩	٢ر٥	٢٥ر١	٢ر٥	٢٣ر٦	٢ر٢	٢٢ر٥	٢ر٢
		D	٢٥ر٩	>٢ر٢	٢٦ر٢	>٢ر٢	٢٧ر١	>٢ر٢	٢٧ر٢	>٢ر٢	٢٥ر٦	>٢ر٥	٢٥ر١	>٢ر٢	٢٤ر٨	٢ر٢	٢٣ر٢	٢ر٢	٢٢ر٩	٢ر٢	٢٤ر٦	٢ر٢
حقول النباك (الكثبان الساحلية)	3	A	٦ر٨	٢ر٥	٣ر١	٢ر٥	٤ر٨	٢ر٥	٧ر٩	٢ر٢	٣ر٣	٢ر٥	٢ر٧	٣	٢ر٢	٣	٢ر١	>٣	١ر٩	٤ر٢	١ر٣	٤ر٢
		B	١٢ر٦	>٢ر٢	٩ر٧	٢ر٢	٧ر٦	٢ر٥	٦ر٨	٢ر٥	٦ر٦	٢ر٥	٥ر١	٢ر٥	٤ر٦	٢ر٥	٤ر٣	٢ر٥	٤ر١	٢ر٥	٢ر٦	٣
		C	٥ر١	٢ر٥	٤ر٢	٢ر٥	٣ر٢	>٣	٤ر١	٢ر٥	٣ر٩	<٢ر٥	٣ر٢	>٣	٢ر٢	٣	٢ر٤	٣	٢ر١	٣	٢ر٢	٤ر٢
		D	١١ر٣	٢ر٥	١١ر٢	٢ر٥	٩ر١	<٢ر٥	٨ر٣	<٢ر٥	٧ر٢	٣	٦ر٨	>٣	٦ر٦	>٣	٥ر٠	٣	٥ر١	٣	٤ر٤	>٤ر٢
	4	A	٧ر٨	>٢ر٢	٥ر٢	>٢ر٢	٦ر٨	>٢ر٢	٧ر١	>٢ر٢	٦ر١	>٢ر٢	٤ر١	٢ر٥	٢ر١	٣	١ر٧	٤ر٢	٠ر٩	٤ر٢	٠ر٤	<٤ر٢
		B	١٢ر٣	>٢ر٢	١١ر١	>٢ر٢	١١ر٧	>٢ر٢	٨ر٦	>٢ر٢	٦ر٢	>٢ر٢	٦ر١	٢ر٥	٣ر٣	٣	٢ر٧	٣	٢ر١	>٤ر٢	١ر٢	<٤ر٢
		C	١٣ر٢	>٢ر٢	١١ر٦	>٢ر٢	١١ر٨	>٢ر٢	٨ر٩	>٢ر٢	٦ر١	>٢ر٢	٥ر٥	٢ر٥	٥ر١	٢ر٥	٤ر٧	٢ر٢	٤ر٥	٢ر٢	٢ر١	٢ر٥
		D	١١ر٦	>٢ر٢	٨ر٩	>٢ر٢	٨ر٧	>٢ر٢	٨ر١	٢ر٢	٧ر٧	>٢ر٢	٧ر٤	٢ر٥	٦ر٨	٢ر٥	٦ر٦	>٢ر٢	٦ر٢	>٢ر٢	٥ر٢	٢ر٢
الفرشات الرملية الحديثة الدنيا	5	A	١٠ر٦	<٢ر٢	٨ر٢	٢ر٥	٩ر١	٢ر٥	١٠ر٦	<٢ر٢	٩ر٢	٢ر٥	٧ر١	٢ر٥	٥ر٢	>٣	٢ر٣	٣	١ر٩	٤ر٢	٠ر٨	<٤ر٢
		B	١١ر٢	<٢ر٢	١٠ر١	<٢ر٢	١٠ر٢	<٢ر٢	١١ر١	<٢ر٢	٩ر٩	<٢ر٢	٨ر١	٢ر٥	٧ر٢	٢ر٥	٦ر٦	٢ر٥	٥ر٤	>٣	٢ر٨	<٣
		C	١٥ر٨	٣	١٤ر٥	<٣	١٤ر١	<٣	١٤ر٦	<٣	١٤ر٢	<٣	١٤ر٠	<٣	١٣ر٩	<٣	١٣ر٨	<٣	١٣ر٧	<٣	١٢ر٦	<٣
		D	١٤ر٢	<٣	١٢ر٢	<٣	١٢ر٠	<٣	١٣ر٢	<٣	١٣ر١	<٣	١٢ر٨	<٣	١٢ر١	<٣	١١ر٩	>٤ر٢	١١ر٥	٤ر٢	١١ر٤	<٤ر٢
	6	A	١١ر٢	<٢ر٢	٧ر٧	٢ر٥	٩ر٤	٢ر٥	١١ر١	<٢ر٢	٨ر١	٢ر٥	٦ر٢	٢ر٥	٤ر٤	<٢ر٥	٢ر١	<٢ر٥	١ر٩	<٣	١ر٤	<٤ر٢
		B	١٣ر٦	<٢ر٢	٩ر٢	٢ر٥	١٠ر٧	٢ر٥	١١ر٧	٢ر٥	٨ر٩	٢ر٥	٨ر٣	٢ر٥	٧ر١	<٢ر٥	٦ر٦	<٢ر٥	٥ر٧	<٣	٤ر٧	<٣
		C	١٥ر٧	<٣	١٤ر٢	<٣	١٤ر٧	<٣	١٥ر٢	<٣	١٣ر٢	<٢ر٥	١٢ر٧	<٣	١٢ر١	<٣	١١ر٦	>٤ر٢	١١ر٢	>٤ر٢	١٠ر٧	٤ر٢
		D	١٦ر٢	٣	١٣ر٨	<٣	١٤ر٨	<٣	١٦ر١	٣	١٤ر٧	<٣	١٤ر٢	<٣	١٢ر٧	<٣	١٢ر١	<٣	١١ر٨	<٣	١١ر٧	>٤ر٢

* تم جمع العينات وقياس المحتوى المائي - الرطوبي على فترات متساوية ومتعاقبة بطول ١٥ يوماً.

** A = ٥سم، B = ٢٥سم، C = ٧٥سم، D = ١٢٥سم.



شكل (١٩)

المنحنى المائي ـ الرطوبي للرواسب السطحية في ٢٦ / ٩ / ١٩٨٩

الفرشات الرملية الحديثة العليا

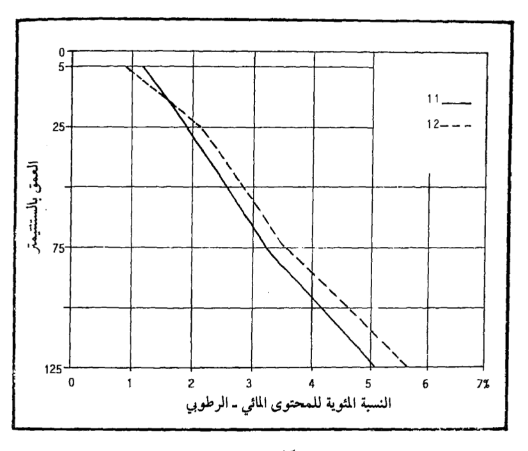
المواقع 7, 8, 9, 10

المائي في رواسب الفرشات الرملية العليا تظل ضئيلةً جداً وحتى على عمق ٧٥ سم. فبين مستوى ٥ سم ومستوى ٧٥ سم يتزايد المحتوى المائي من ٠,٦ ٪ إلى ٣,١ ٪ في الموقع 7 ومن ٠,٦ ٪ إلى ٢,٦ ٪ في الموقع 8 ومن ١,٧ ٪ إلى ٢,٤ ٪ في الموقع 9 وأخيراً من ٠,٥ ٪ إلى ٤,١ ٪ في الموقع 10. أما الخاصية التي تميز منحنى المحتوى المائي ـ الرطوبي من هذه الوحدة المورفوبيدولوجية فتتمثل في التناقص العام المسجل في كل المواقع لهذا المحتوى من مستوى ٧٥ سم وباتجاه الأعماق وحتى مستوى ١٢٥ سم. وعلى الرغم من ضآلة ذلك التناقص الذي لوحظ في المواقع الثلاثة 7، 8، 9 والذي كان على التوالي من ٣,١ ٪ إلى ٢,٩٪، ومن ٢,٦ ٪ إلى ٢,١ ٪، ٢,٤ ٪ إلى ١,٦ ٪، الا أنه لوحظ تناقصٌ نسبيٌ كبير في الموقع 10 حيث بلغ المحتوى المائي على عمق ٧٥ سم ٤,١ ٪ في حين أنه هبط على عمق ١٢٥ سم إلى ٢,٢ ٪ أي بمعدل تناقص يصل إلى ٤٦,٦ ٪ تقريبا. ومن الممكن تعليل ذلك التناقص بضآلة التساقط المطري الذي لم تتجاوز معدلاته خلال فترة الرصد (من ٢٠ / ٢ / ١٩٨٩ إلى ٢٦ / ٩ / ١٩٨٩) ٢٢,٢ مم فقط وبالتالي عدم قدرة مياه التساقط من التسرب بعيداً إلى أعماق تزيد عن ٧٥ سم.

٥ ـ منحنى المحتوى المائي ـ الرطوبي في بطون الأودية الجافة عند أقدام الحافة (الشكل ٢٠).

يمتاز هذا المنحنى أيضاً بصفة متميزة عن بقية المنحنيات الأربع الأخرى. فهو يسجل تزايداً مستمراً ومتجانساً لا انقطاع فيه من محتوى مائي لا يزيد عن ١,٢ ٪ على عمق ٥ سم في الموقع 11 إلى ٥,١ ٪ على عمق ١٢٥ سم، ومن ٠,٩ ٪ على عمق ٥ سم إلى ٥,٧ ٪ على عمق ١٢٥ سم في الموقع 12. وعلى الرغم من أن هذه الأودية تخترق منطقة الفرشات الرملية الحديثة العليات التي

لـوحظ فيها تنـاقص واضح في المحتـوى المائي عـلى أعماق تـزيد عن ٧٥ سم فـان تفسير تزايد المحتوى المائي في بطون تلك الأودية الجافة يبدو ممكناً من خلال الدور الـذي تلعبه أحجـام الرواسب في بـطون تلك الأودية وخصـائصها الميكـانيكيـة، إضافة إلى الوضع المورفولوجي المميز لتلك الأوديـة التي تمثل شرايـين تتجمع فيهـا مياه التساقط على شكل سيول آنية تسمـح بتسرب جزء كبـير من تلك المياه، مهـما قلت، إلى أعماقٍ كبيرة (١٢٥ سم). وسوف نشير في مناقشتنا للمحتـوى المائي في بطون هذه الأودية ولطاقة الاحتواء المائي PF في رواسبها إلى امكانية تـوظيف ذلك المحتوى المائي المتزايد بـاتجاه الأعمـاق في تحسين الـظروف البيئية وإسـتزراع بعض الأصناف النباتية القادرة على التلاؤم مـع مختلف الخصائص الهيـدرومورفـولوجيـة المميِّزة للوسط الطبيعي في المنطقة المدروسة.



شكل (٢٠)

المنحنى المائي ـ الرطوبي للرواسب السطحية في ٢٦ / ٩ / ١٩٨٩

بطون الاودية السيلية الجافة

المواقع 11, 12

أوضاع المحتوى المائي ـ الرطوبي في الرواسب السطحية في منطقة الدراسة

على الرغم من تحديد معدلات المحتوى المائي teneur en eau للرواسب السطحية في مختلف الوحدات المورفوبيدولوجية لمنطقة الدراسة طوال فترة البحث، وعلى الرغم من متابعة تغيرات تلك المعدلات من موقع لآخر على أعماق مختلفة وتصنيف تلك التغيرات وتمثيلها على شكل مقاطع أو منحنيات تتباين من وحدة مورفوبيدولوجية لأخرى على هذه المنطقة، إلا أن كل هذه الأعمال تظل، رغم أهميتها، عديمة الجدوى العلمية والتطبيقية إذا لم تربط بشكل أو بآخر بقيم طاقة الاحتواء المائي Potentiel matriciel التي تحدِّد أيضاً قدرة النباتات على إستخدام ذلك الماء والاستفادة منه. وهكذا، فلكي يصبح بالامكان تحديد ومناقشة المحتوى المائي للرواسب في المنطقة المدروسة كان من الضروري تحديد معدلات طاقة الاحتواء المائي لكافة العينات الـ ٤٨ وفي كافة المواقع الـ ١٢ على امتداد المرحلتين الأولى والثانية للدراسة الميدانية، وبالتالي تحديد درجات الـ PF المرتبطة بتلك المعدلات. (جدول ٧، ٨).

لقد أمكن، من خلال إنجاز الجداول الخاصة بالمحتوى المائي ودرجة PF على فترات متعاقبة طول كل منها ١٥ يوماً وعددها ١٠ فترات في كل مرحلة من مراحل الدراسة (راجع الجدول ٧ والجدول ٨)، تحديد حالة الماء Etat de l'eau في كل فترة وفي كل موقع لكافة العينات المدروسة، كما أمكن استخلاص مجموعة من النتائج الأولية الهامة يمكن تلخيصها فيما يلي:

١ ـ على الرغم من ارتفاع معدلات المحتوى المائي ـ الرطوبي في رواسب السبخات الجافة والتي تراوحت، على مختلف الأعماق، بين ٤,٢ ٪ و٢٩,٦ ٪ فقد لوحظ أن هذا المحتوى كان يتأرجح بين حالة السعة الحقلية Capacité au champ (٥) (PF = ٢,٢ – ٢,٥) وبين حالة السعة المائية Capacité de rétention (٦) (PF = ٣) وذلك أثناء متابعة موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩

وموسم التساقط الشتوي ١٩٩٠ . (راجع الهوامش).

٢ ـ لم يلاحظ تغير كبير يُذكر على حالات المحتوى المائي في رواسب السبخات الجافة نفسها خلال الموسم الربيعي والصيفي لعام ١٩٨٩ . وهكذا فباستثناء العينة المأخوذة على عمق ٥ سم في الموقع 1 والتي كانت في حالة تتجاوز السعة المائية (PF = ٣,٥)، نلاحظ أن كافة العينات كانت تتمتع بنفس حالات المحتوى المائي التي لوحظت عليها في موسم التساقط الخريفي ١٩٨٩ والشتوي ١٩٩٠ . وسوف نحاول تفسير هذه الوضعية ومناقشتها في الفقرات التالية من هذا البحث.

٣ ـ أما في الوحدة المورفوبيدولوجية لحقول النباك (الكثبان الساحلية) فقد لوحظ أن السعة الحقلية كانت هي السائدة طوال فترة التساقط الخريفي من عام ١٩٨٩ وموسم التساقط الشتوي من عام ١٩٩٠ (PF = ٢,٢ – ٢,٥). ولم يلاحظ أي استثناء على ذلك سوى في الموقع 3 على عمق ١٢٥ سم حيث لوحظ أن المحتوى المائي كان في حالة السعة الحقلية إبتداءً من ٢٠ يناير ١٩٩٠ (PF = ٢,٥) ثم أصبح في حالة السعة المائية منذ مطلع شهر أبريل من نفس العام، ليتعداها بعد ذلك ويصل لمرحلة تباطؤ عملية النمو النباتي منذ النصف الثاني من الشهر نفسه (PF = ٣ – ٣>).

٤ ـ أما خلال موسم التساقط الربيعي وخلال موسم الجفاف الصيفي الذي تلاه في عام ١٩٨٩ فقد لوحظ تزايد مضطرد في طاقة الاحتواء المائي في رواسب حقول النباك وعلى كافة الأعماق: من حالة السعة الحقلية Capacite au champ (PF = ٢,٢ – ٢,٥) إلى حالة الذبول الدائم Point de fletrissement permanent[٧] (PF = ٤,٢ – ٤,٢). ولعل الاستثناء الوحيد على هذه الملاحظة كان قد سُجل في الموقع 4 على عمق ٧٥ سم و١٢٥ سم حيث كان المحتوى المائي لا يزال مرتفعاً حتى نهاية فصل الجفاف النظري (نهاية شهر أيلول / سبتمبر ١٩٨٩) وحيث كان ذلك المحتوى المائي لايزال في حدود السعة الحقلية: PF = ٢,٢ – ٢,٥.

٥ ـ لوحظ أن قيم PF في رواسب الفرشات الرملية الحديثة الدنيا كانت تتزايد بشكل عام بازدياد العمق من ٢,٢ الى ٣> في ٥ / ١٢ / ١٩٨٩ ومن ٢,٥> إلى ٤,٢> في ٢٠ / ٣ / ١٩٩٠ . كما لوحظ أيضاً أن تلك القيم كانت في تزايد مستمر أيضاً، وعلى نفس الأعماق، كلما اقتربنا من نهاية موسم التساقط الشتوي ١٩٩٠ (من ٢,٢ إلى ٤,٢).

٦ ـ أما في موسم التساقط الربيعي وخلال موسم الجفاف لعام ١٩٨٩ فقد سُجلت نفس التغيرات آنفة الذكر التي لوحظت في نفس رواسب الفرشات الرملية الحديثة الدنيا والتي تظهر تزايداً واضحاً في طاقة الاحتواء المائي وقيم PF باتجاه الأعماق وباتجاه نهاية موسم الجفاف النظري في نهاية شهر سبتمبر ١٩٨٩ . الا أنه لوحظ في نفس الوقت أن قيم PF المسجلة في هذين الموسمين كانت أكبر من مثيلاتها المسجلة في موسم التساقط الخريفي ١٩٨٩ ـ الشتوي ١٩٩٠ . كما لوحظ أيضا في الموقعين 6, 5 تزايد ملحوظ في معدلات PF على عمق ٧٥ سم وعمق ١٢٥ سم (٣ إلى ٤,٢)، وسنحاول تفسير هذه الظاهرة عند مناقشة تغيرات المحتوى المائي وتغيرات طاقة الاحتواء المائي PF في مختلف مواسم التساقط المأخوذة بعين الاعتبار.

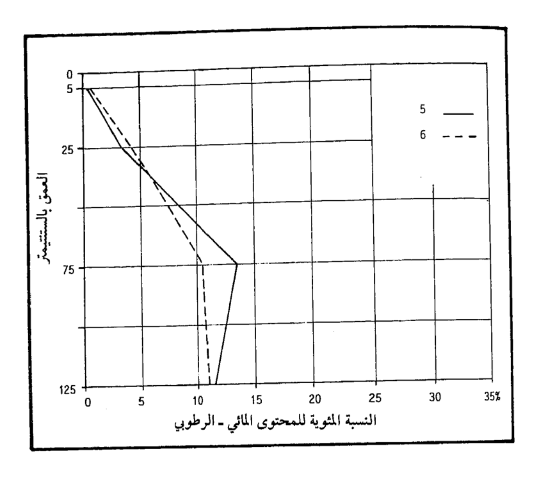
٧ ـ لم تشهد رواسب الفرشات الرملية الحديثة العليا أية تغيرات كبيرة فيما يتعلق بطاقة الاحتواء المائي وقيم PF منذ بداية موسم التساقط الخريفي ١٩٨٩ (٣ / ١٢ / ١٩٨٩) وحتى مطلع شهر مارس ١٩٩٠ حيث كان المحتوى المائي لتلك الرواسب، وفي كافة المواقع، في حالة السعة الحقلية (PF = ٢,٢> الى ٢,٥>) وبعد ذلك بدأت قيم PF بالتزايد مع توقف التساقط المطري، الا أنها لم تتجاوز في نهاية مرحلة الرصد تلك (٢٠ / ٤ / ١٩٩٠) قيماً تراوحت بين ٣> و ٢,٥ فقط.

٨ ـ أما التباينات التي لوحظت في موسم التساقط الربيعي وموسم الجفاف النظري وإنحباس الأمطار لعام ١٩٨٩ في نفس تلك الرواسب الرملية الحديثة العليا فقد كانت كبيرة تستحق التركيز عليها ومناقشتها باسهاب. لقد

وصل التباين المطلق في قيم PF حدوداً قصوى تراوحت بين ٢,٢ > و ٤,٢ > أي بين حالة السعة الحقلية للمحتوى المائي وبين حالة الذبول الدائم. كما لوحظ أيضا، ابتداء من نهاية شهر أبريل ١٩٨٩، تزايد واضح من قيم PF على عمق ٥ سم من تلك الرواسب وعلى الأعماق القصوى: ٧٥ سم و ١٢٥ سم، إضافة إلى بعض الانقطاعات والحالات الشاذة التي ستتم مناقشتها ومحاولة تفسيرها في هذا البحث.

٩ ـ أما في بطون الأودية الجافة عند أقدام حافة جال الزور فقد لوحظ أن المحتوى المائي كان طوال فترة التساقط الخريفي ١٩٨٩ والشتوي ١٩٩٠ وبشكل مستمر في حالة السعة الحقلية (٢,٢ > - ٢,٢). ولعل الحالة الوحيدة الشاذة التي سجلت في هذه الوحدة المورفوبيدولوجية كانت في الموقع 11 على عمق ٧٥ سم حيث سجلت درجة PF = ٣ >، أي بين حالة السعة الحقلية وحالة السعة المائية، وذلك بتاريخ ٢٠ / ٤ / ١٩٩٠.

١٠ ـ كما لوحظ في بطون تلك الأودية السيلية الجافة بقاء قيم PF في كل من الموقعين 11 ,12 وعلى كافة الأعماق، في حدود السعة الحقلية وذلك من مطلع شهر مارس ١٩٨٩ وحتى نهاية شهر يونيو من نفس العام (PF = ٢,٢ - ٢,٥). أما خلال الأشهر الأخرى من فترة الجفاف التي انتهت بتاريخ ٢٦ / ٩ / ١٩٨٩ فقد لوحظ تزايد واضح في قيم PF من المستويات العليا من رواسب تلك الأودية (٧٥ - ٢٥ سم)، حيث سجلت قيم تراوحت بين ٣ - ٤,٢، في حين ظلت تلك القيم في حدود السعة الحقلية أو في حدود تضاؤل النمو النباتي (PF = ٢,٥ - ٣,٥) على عمق ٧٥ سم وعمق ١٢٥ سم، وسوف نحاول تفسير هذه الظاهرة ومناقشة امكانية الاستفادة منها وتوظيفها في تحسين الشروط البيئية والبيولوجية في هذه المنطقة. (جدول ٧، ٨).



شكل (١٨)

المنحنى المائي - الرطوبي للرواسب السطحية في ٢٦ / ٩ / ١٩٨٩

الفرشات الرملية الحديثة الدنيا

الموقعين 5, 6

(تابع جدول ٧) تغيرات المحتوى المائي - الرطوبي وطاقة الاحتواء المائي خلال موسم التساقط الربيعي وحتى نهاية فصل الجفاف النظري في أواخر أيلول / سبتمبر ١٩٨٩

الوحدات المورفوبيدولوجية	رقم الموقع	العمق بالسم	١٩٨٩/٣/٨		١٩٨٩/٣/٢٢		١٩٨٩/٤/٩		١٩٨٩/٤/٢٤		١٩٨٩/٥/١٠		١٩٨٩/٥/٢٥		١٩٨٩/٦/١٠		١٩٨٩/٦/٢٥		١٩٨٩/٧/١١		١٩٨٩/٩/٢٦	
			المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF
القرشات	7	A	١٫٩	٢٫٢	٢٫٦	٢٫٥	٧٫٨	<٢٫٢>	١٫٩	٢٫٢	٧٫٦	<٢٫٢>	٦٫٥	٢٫٥	١٫٣	٣	٢٫٢	٣	١٫٨	>٤٫٢	٠٫٦	<٤٫٢>
		B	١١٫٦	>٢٫٢<	٨٫٩	٢٫٢	٧٫٦	<٢٫٢>	١٫٨	<٢٫٢>	٧٫٧	<٢٫٢>	٦٫٢	<٢٫٢>	٤٫٦	٢٫٥	٣٫٢	>٣	٢٫٧	>٣	١٫١	<٤٫٢>
		C	١٣٫٥	٢٫٢	١١٫١	٢٫٢	١٠٫٢	<٢٫٢>	٩٫٣	<٢٫٢>	٨٫٥	٢٫٥	٧٫٣	<٢٫٥>	٦٫٢	<٢٫٥>	١٫٥	>٣	٤٫٦	>٣	٣٫١	٤٫٢
		D	١٢٫٢	>٢٫٢<	١١٫٣	٢٫٢	٩٫٧	<٢٫٢>	٨٫٢	<٢٫٢>	٧٫٦	٢٫٥	٦٫٣	<٢٫٥	١٫٥	<٢٫٥>	٤٫٦	>٣	٤٫٣	>٣	٢٫٩	<٣
الرملية الحديثة العليا	8	A	٨٫٨	٢٫٢	٦٫٢	٢٫٥	٧٫٨	<٢٫٢>	١٠٫٦	>٢٫٢<	٧٫٦	<٢٫٢>	٣٫٩	<٣	٢٫٢	<٣	١٫٩	<٣	١٫٧	٤٫٢	٠٫٦	<٤٫٢
		B	١٢٫٢	>٢٫٢	٩٫٦	>٢٫٢	٨٫٦	>٢٫٢	٩٫٣	>٢٫٢<	٨٫١	>٢٫٢<	٢٫٥	٢٫٥	٤٫٩	٢٫٥	٣٫٥	٢٫٥	٣٫٥	<٢٫٥>	١٫٥	<٤٫٢
		C	١١٫٦	>٢٫٢	٨٫٢	<٢٫٢	٧٫٦	<٢٫٢>	٨٫٨	٢٫٢	٧٫٧	<٢٫٢>	٧٫٢	<٢٫٢>	٦٫٧	٢٫٥	٦٫٢	٢٫٥	٤٫٢	>٣	٢٫٦	>٣
		D	١٫٩	٢٫٢	٧٫٦	<٢٫٢	٦٫٢	٢٫٥	١٫٦	٢٫٥	٢٫٥	<٢٫٥	١٫٥	<٢٫٥	٤٫٩	<٢٫٥>	٤٫٢	>٣	٢٫٦	>٣	٢٫١	>٤٫٢
	9	A	٨٫٢	>٢٫٢	٦٫٧	>٢٫٢	٦٫٨	>٢٫٢	١١٫٣	>٢٫٢<	١٫٩	>٢٫٢	٦٫٨	>٢٫٢	٥٫٥	٢٫٢	٢٫١	<٣	٢٫٦	٤٫٢	١٫٧	<٤٫٢
		B	١٢٫٦	>٢٫٢	١٠٫٢	>٢٫٢	٩٫٩	>٢٫٢	١٢٫٢	>٢٫٢<	٩٫٦	>٢٫٢	١٫٨	>٢٫٢	٦٫٢	>٢٫٢	٣٫٢	<٢٫٢	٢٫١	٣	١٫٨	<٤٫٢
		C	١٢٫٤	>٢٫٢	١١٫٣	>٢٫٢	١٠٫٢	>٢٫٢	١٢٫١	>٢٫٢	١٠٫٦	>٢٫٢	١٠٫١	>٢٫٢	٨٫٢	>٢٫٢	٧٫٦	>٢٫٢	٦٫١	٢٫٥	٢٫٤	٤٫٢
		D	٨٫٣	>٢٫٢	٦٫٨	>٢٫٢	٧٫٣	>٢٫٢	٧٫١	>٢٫٢	٦٫٦	٢٫٥	٢٫٥	<٢٫٥	٤٫١	<٢٫٥	٣٫٣	>٣	٢٫٧	٣	١٫٦	<٤٫٢
	10	A	١٫٩	>٢٫٢	٨٫٢	>٢٫٢	٨٫١	>٢٫٢	١١٫٤	>٢٫٢	٦٫٧	>٢٫٢	٦٫١	>٢٫٢	٣٫٨	٢٫٢	٢٫٢	٢٫٥	١٫٤	٤٫٢	٠٫٥	<٤٫٢
		B	١٠٫٨	>٢٫٢	١٫٩	>٢٫٢	٨٫٢	>٢٫٢	١٠٫٢	>٢٫٢	٧٫٣	>٢٫٢	٦٫٤	>٢٫٢	٤٫٥	>٢٫٢	٤٫٢	٢٫٢	٣٫٣	٢٫٥	٣٫١	>٣
		C	١٢٫٦	>٢٫٢	٩٫٢	٢٫٢	٩٫٠	٢٫٢	١١٫١	>٢٫٢	٨٫٦	٣	٨٫١	<٣	٧٫٢	<٣	٤٫٥	٤٫٢	٤٫٧	<٤٫٢	٤٫١	<٤٫٢
		D	٩٫٩	>٢٫٢	١٫٩	>٢٫٢	٨٫٢	>٢٫٢	٧٫٦	>٢٫٢	٦٫٢	>٢٫٢	٦٫١	>٢٫٢	٢٫٥	٢٫٢	٤٫٦	٢٫٥	٤٫١	>٣	٢٫٢	<٤٫٢
بطون الأودية الجافة عند اقدام حافة جال الزور	11	A	١٢٫٢	>٢٫٢	١٫٩	>٢٫٢	٨٫١	>٢٫٢	١٢٫٦	>٢٫٢	٧٫٦	>٢٫٢	٦٫١	٢٫٢	٨٫٥	٢٫٢	٤٫٥	٢٫٥	٢٫٢	٣	١٫٢	٤٫٢
		B	١٢٫١	>٢٫٢	٩٫٢	>٢٫٢	٨٫٣	٢٫٢	١١٫٢	٢٫٢	٨٫٨	>٢٫٢	٧٫٨	>٢٫٢	٦٫٣	٢٫٢	٢٫٥	٢٫٢	٤٫١	٣	١٫٩	٤٫٢
		C	١٢٫١	>٢٫٢	٨٫٢	>٢٫٢	٨٫٩	>٢٫٢	٨٫٩	>٢٫٢	٨٫٢	>٢٫٢	٧٫٥	>٢٫٢	٧٫٢	>٢٫٢	١٫٦	٢٫٢	١٫٥	٢٫٢	٢٫٢	٢٫٥
		D	١٢٫٣	>٢٫٢	١٠٫١	>٢٫٢	٩٫٦	>٢٫٢	٩٫٨	>٢٫٢	٨٫١	٢٫٢	٧٫٧	٢٫٢	٧٫٤	٢٫٢	٨٫٦	٢٫٥	٣٫٦	٢٫٥	١٫٥	٢٫٥
	12	A	١٥٫٣	>٢٫٢	١١٫٣	>٢٫٢	١١٫٢	>٢٫٢	١٤٫١	>٢٫٢	١٠٫٢	>٢٫٢	١٫٧	٢٫٢	٥٫٠	٢٫٢	١٫٤	٢٫٥	٢٫٢	>٤٫٢	٠٫٩	<٤٫٢>
		B	١٤٫٢	>٢٫٢	١٢٫١	>٢٫٢	١١٫٦	>٢٫٢	١٢٫٢	>٢٫٢	١١٫١	>٢٫٢	٢٫٩	>٢٫٢	٧٫٦	>٢٫٢	١٫٥	٢٫٥	٢٫٨	٤٫٢	٢٫١	٤٫٢
		C	١١٫٧	>٢٫٢	١٠٫٢	>٢٫٢	٩٫٩	>٢٫٢	١٠٫٩	>٢٫٢	٩٫٩	>٢٫٢	١٫٨	>٢٫٢	٧٫٧	>٢٫٢	٦٫٣	٢٫٢	١٫٥	٣	٢٫٦	٣٫٥
		D	١٠٫٦	>٢٫٢	٨٫٩	>٢٫٢	٨٫٩	>٢٫٢	١١٫٦	>٢٫٢	١٠٫١	>٢٫٢	٨٫٨	>٢٫٢	٨٫٢	>٢٫٢	٧٫٧	>٢٫٢	١٫٧	٢٫٥	٠٫٧	>٣

(جدول ٨) تغيرات المحتوى المائي ـ الرطوبي وطاقة الاحتواء المائي PF خلال موسم التساقط الخريفي ١٩٨٩ وموسمي التساقط الشتوي والربيعي لعام ١٩٩٠*

الوحدات المورفوبيدولوجية	موقع العينة	العمق بالسم**	١٩٨٩/١٢/٥		١٩٨٩/١٢/١٩		١٩٩٠/١/٤		١٩٩٠/١/٢٠		١٩٩٠/٢/٤		١٩٩٠/٢/٢٠		١٩٩٠/٣/٥		١٩٩٠/٣/٢٠		١٩٩٠/٤/٥		١٩٩٠/٤/٢٢	
			المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF	المحتوى المائي %	درجة PF
السبخات الجافة	1	A	١٥٫٦	>٢٫٢	١٤٫١	>٢٫٢	١٣٫٦	>٢٫٢	١٤٫٢	>٢٫٢	١٥٫٢	>٢٫٢	١٤٫١	>٢٫٢	١١٫٦	>٢٫٢	٧٫٨	>٢٫٢	٦٫٣	٢٫٢	٤٫٢	٣
		B	١٧٫١	٢٫٢	١٧٫٢	٢٫٢	١٦٫١	٢٫٥	١٥٫٢	٣	١٦٫٨	٢٫٥	١٥٫١	٣	١٤٫٦	٣	١٤٫٣	٣	١٤٫١	٣	١٢٫٨	٣
		C	١٥٫٢	٢٫٢	١٤٫٩	٢٫٢	١٤٫٠	٢٫٢	١٣٫٦	٢٫٢	١٤٫١	٢٫٢	١٢٫٩	٢٫٢	١٢٫٤	٣	١١٫٢	٢٫٥	١٠٫٦	٢٫٥	٩٫١	٢٫٥
		D	٢٨٫١	>٢٫٢	٢٧٫٢	>٢٫٢	٢٧٫١	>٢٫٢	٢٥٫٢	>٢٫٢	٢٦٫١	>٢٫٢	٢٤٫١	>٢٫٢	٢٣٫٦	>٢٫٢	٢٢٫١	>٢٫٢	٢٠٫٢	>٢٫٢	١٨٫١	٢٫٢
	2	A	٢٤٫٦	٢٫٢	٢٤٫١	٢٫٥	٢٢٫١	٢٫٥	٢١٫٦	٢٫٥	٢٤٫٧	٢٫٢	٢٣٫٨	٢٫٢	٢٢٫٢	٢٫٢	٢١٫٦	٢٫٥	٢١٫٥	٢٫٥	٢١٫٢	٢٫٥
		B	٢٩٫٦	٢٫٥	٢٨٫٢	٢٫٥	٢٨٫١	٢٫٥	٢٧٫٩	٢٫٥	٢٨٫٨	٢٫٥	٢٧٫٩	٢٫٥	٢٧٫٧	٢٫٥	٢٧٫١	٢٫٥	٢٦٫٨	٢٫٥	٢٦٫١	٢٫٥
		C	٢٦٫٨	٢٫٥	٢٦٫٦	٢٫٥	٢٦٫٢	٢٫٥	٢٦٫٣	٢٫٥	٢٧٫٦	٢٫٥	٢٧٫٢	٢٫٥	٢٦٫٦	٢٫٥	٢٦٫٤	٢٫٥	٢٦٫١	٢٫٥	٢٥٫٢	٢٫٥
		D	٢٧٫٩	>٢٫٢	٢٧٫٧	>٢٫٢	٢٧٫٨	>٢٫٢	٢٧٫٧	>٢٫٢	٢٧٫٢	>٢٫٢	٢٧٫٣	>٢٫٢	٢٧٫٥	>٢٫٢	٢٧٫٧	>٢٫٢	٢٧٫٦	>٢٫٢	٢٧٫٦	>٢٫٢
حقول النباك (الكثبات الساحلية)	3	A	١٥٫٢	>٢٫٢	١٤٫١	>٢٫٢	١٠٫١	>٢٫٢	٩٫٢	>٢٫٢	١٤٫٨	>٢٫٢	١١٫٦	>٢٫٢	٩٫١	>٢٫٢	٨٫٦	٢٫٢	٧٫٢	٢٫٢	٦٫٨	٢٫٥
		B	١٨٫١	>٢٫٢	١٦٫٦	>٢٫٢	١٤٫٢	>٢٫٢	١٢٫١	>٢٫٢	١٦٫٦	>٢٫٢	١٥٫١	>٢٫٢	١٢٫٢	>٢٫٢	١١٫١	>٢٫٢	٨٫١	٢٫٢	٥٫٩	٢٫٥
		C	١٢٫٢	>٢٫٢	١٠٫١	>٢٫٢	٩٫٩	>٢٫٢	٨٫١	>٢٫٢	١٢٫٦	>٢٫٢	٨٫٧	>٢٫٢	٧٫٨	٢٫٢	٦٫٧	٢٫٢	٦٫١	٢٫٢	٥٫١	٢٫٥
		D	١٦٫٦	>٢٫٢	١٢٫٢	٢٫٢	١٠٫٨	٢٫٢	٩٫٩	٢٫٥	٩٫٢	<٢٫٥	٨٫٨	<٢٫٥	٩٫٢	<٢٫٥	٨٫٨	<٢٫٥	٧٫٩	٣	٧٫١	<٣
	4	A	١١٫٩	>٢٫٢	٩٫٧	>٢٫٢	٩٫٨	>٢٫٢	٩٫١	>٢٫٢	١٢٫٢	>٢٫٢	١٠٫١	>٢٫٢	٩٫٢	>٢٫٢	٨٫٢	٢٫٢	٧٫٢	٢٫٢	٦٫١	>٢٫٢
		B	١٦٫٧	>٢٫٢	١٤٫١	>٢٫٢	١٢٫٦	>٢٫٢	١١٫٥	>٢٫٢	١٥٫٦	>٢٫٢	١٤٫٢	>٢٫٢	١٢٫٦	>٢٫٢	١٠٫٣	>٢٫٢	٩٫١	>٢٫٢	٨٫٢	>٢٫٢
		C	٢١٫٧	>٢٫٢	٢٠٫١	>٢٫٢	١٩٫٧	>٢٫٢	١٩٫١	>٢٫٢	٢١٫٢	>٢٫٢	٢٠٫١	>٢٫٢	٢٠٫٠	>٢٫٢	١٩٫١	>٢٫٢	١٨٫٦	>٢٫٢	١٨٫٢	>٢٫٢
		D	٢٢٫١	>٢٫٢	٢١٫٦	>٢٫٢	٢٠٫٧	>٢٫٢	١٩٫٨	>٢٫٢	٢١٫١	>٢٫٢	١٨٫٩	>٢٫٢	١٨٫٢	>٢٫٢	١٨٫١	>٢٫٢	١٧٫٩	>٢٫٢	١٧٫١	>٢٫٢
الفرشات الرملية	5	A	١٢٫٤	٢٫٢	١٣٫٣	٢٫٢	١١٫٢	٢٫٢	١١٫١	<٢٫٢	١٣٫٧	٢٫٢	١١٫٨	<٢٫٢	٩٫٢	٢٫٥	٦٫١	<٢٫٥	٥٫٢	>٣	٣٫٨	٤٫٢
		B	١٤٫٢	٢٫٢	١٣٫٦	٢٫٢	١١٫٧	<٢٫٢	١٠٫٨	<٢٫٢	١٤٫٣	٢٫٢	١٣٫٢	٢٫٢	١١٫١	<٢٫٢	٧٫٢	٢٫٥	٧٫١	٢٫٥	٥٫٦	>٣
		C	١٨٫١	٢٫٥	١٧٫٧	٢٫٥	١٦٫٢	>٣	١٥٫١	٣	١٧٫٢	٢٫٥	١٥٫٤	٣	١٤٫٢	<٣	١٢٫١	<٣	١١٫٦	٤٫٢	١٠٫١	٤٫٢
		D	١٤٫٨	<٣	١٤٫٨	<٣	١٢٫١	<٣	١١٫٧	<٣	١٤٫٢	<٣	١٤٫١	<٣	١٢٫٣	<٣	٨٫٦	>٤٫٢	٧٫٦	٤٫٢	٦٫٢	٤٫٢
الحديثة الدنيا	6	A	١٣٫٢	٢٫٢	١٤٫١	٢٫٢	١٢٫٦	٢٫٢	١٢٫٢	٢٫٢	١٣٫٧	٢٫٢	١٣٫٦	٢٫٢	١٣٫١	٢٫٢	٩٫٧	٢٫٥	٦٫٢	٢٫٥	٤٫٤	<٢٫٥
		B	١٧٫٣	٢٫٢	١٧٫٦	٢٫٢	١٦٫١	٢٫٢	١٤٫٥	٢٫٢	١٧٫١	٢٫٢	١٧٫٠	٢٫٢	١٥٫٧	٢٫٢	١١٫٢	<٢٫٢	٨٫١	٢٫٥	٩٫٢	٢٫٥
		C	١٨٫٢	٣	١٧٫٦	٣	١٦٫١	٣	١٥٫٢	<٣	١٦٫١	٣	١٥٫٢	<٣	١٤٫٢	<٣	١٢٫٢	<٣	٨٫٩	٤٫٢	٩٫٧	٤٫٢
		D	١٢٫٢	<٣	١٢٫١	<٣	١١٫٨	<٣	١١٫٨	<٣	١٢٫٣	<٣	١١٫٧	<٣	١١٫٦	<٣	٨٫٩	>٤٫٢	٦٫١	٤٫٢	٤٫١	٤٫٢

* تم جمع العينات وقياس المحتوى المائي ـ الرطوبي على فترات متساوية ومتعاقبة بطول ١٥ يوماً.

** A = ٥سم، B= ٢٥سم، C= ٧٥سم، D= ١٢٥سم.

(تابع جدول٨) تغيرات المحتوى المائي - الرطوبي وطاقة الاحتواء المائي خلال مواسم التساقط الخريفي ١٩٨٩ وموسمي التساقط الشتوي والربيعي لعام ١٩٩٠

الوحدات المورفوبيدولوجية	رقم الموقع	العمق بالسم	١٩٨٩/١٢/٥		١٩٨٩/١٢/١٩		١٩٩٠/١/٤		١٩٩٠/١/٢٠		١٩٩٠/٢/٤		١٩٩٠/٢/٢٠		١٩٩٠/٣/٥		١٩٩٠/٣/٢٠		١٩٩٠/٤/٥		١٩٩٠/٤/٢٢	
			المحتوى المائي ٪	درجة PF	المحتوى المائي ٪	درجة PF	المحتوى المائي ٪	درجة PF	المحتوى المائي ٪	درجة PF	المحتوى المائي ٪	درجة PF	المحتوى المائي ٪	درجة PF	المحتوى المائي ٪	درجة PF	المحتوى المائي ٪	درجة PF	المحتوى المائي ٪	درجة PF	المحتوى المائي ٪	درجة PF
الفرشات الرملية الحديثة العليا	7	A	٩ر٨	٢ر٢	٦ر٨	٢ر٥	٦ر٧	٢ر٥	١ر٥	٢ر٥	٩ر٩	٢ر٢	٨ر٩	<٢ر٢	٦ر٨	٢ر٥	٤ر٩	٣	٤ر١	<٣	٢ر٣	<٣
		B	١٢ر٧	>٢ر٢	١١ر٦	>٢ر٢	١١ر٢	>٢ر٢	٩ر١	٢ر٢	١٠ر٨	٢ر٢	١١ر٢	>٢ر٢	٩ر٢	٢ر٢	٦ر٦	<٢ر٢	٥ر٦	٢ر٥	٤ر٦	٢ر٥
		C	١٤ر٨	>٢ر٢	١٤ر١	>٢ر٢	١٣ر٢	٢ر٢	٩ر٩	<٢ر٢	١٣ر٤	٢ر٢	١٢ر٤	٢ر٢	١١ر١	٢ر٢	٧ر٨	<٢ر٥	٦ر٥	<٢ر٥	٥ر١	>٣
		D	٧ر٨	٢ر٥	٧ر١	٢ر٥	٦ر٥	<٢ر٥	٦ر٤	<٢ر٥	٧ر٧	٢ر٥	٨ر١	<٢ر٢	٦ر٥	<٢ر٥	٤ر٦	>٣	٤ر٤	>٣	٣ر٢	٣
	8	A	٩ر٩	>٢ر٢	٨ر٢	٢ر٢	٧ر٧	<٢ر٢	٧ر٢	<٢ر٢	١٠ر٢	>٢ر٢	٩ر٨	>٢ر٢	٧ر٧	<٢ر٢	٤ر٩	>٣	٤ر٦	٣	٣ر٢	<٣
		B	١٣ر١	>٢ر٢	١١ر٧	>٢ر٢	١٠ر٥	>٢ر٢	٩ر١	>٢ر٢	١٢ر٢	>٢ر٢	١٢ر١	>٢ر٢	٨ر٨	>٢ر٢	٧ر٢	٢ر٢	٥ر٧	٢ر٥	٤ر١	<٢ر٥
		C	١٣ر٩	>٢ر٢	١٢ر٨	>٢ر٢	٩ر٩	٢ر٢	١٠ر١	>٢ر٢	١٣ر٦	>٢ر٢	١٢ر٢	>٢ر٢	٩ر١	٢ر٢	٨ر٢	٢ر٢	٦ر١	٢ر٥	٤ر٦	>٣
		D	٨ر١	٢ر٢	٧ر٨	<٢ر٢	٧ر٦	<٢ر٢	٦ر٥	٢ر٥	٨ر٢	٢ر٢	٨ر١	٢ر٢	٨ر٠	٢ر٢	٦ر٨	٢ر٥	٥ر٦	<٢ر٥	٤ر١	>٣
	9	A	٨ر٢	>٢ر٢	٦ر٩	>٢ر٢	٦ر٢	>٢ر٢	٧ر٢	>٢ر٢	٨ر١	>٢ر٢	٧ر٢	>٢ر٢	٦ر٦	>٢ر٢	٦ر١	>٢ر٢	٥ر٣	٢ر٢	٤ر٢	>٣
		B	١٣ر٦	>٢ر٢	١٢ر١	>٢ر٢	١٠ر٥	>٢ر٢	٩ر٩	>٢ر٢	١٣ر٢	>٢ر٢	١٢ر١	>٢ر٢	١٠ر٢	>٢ر٢	٨ر١	>٢ر٢	٦ر٨	>٢ر٢	٥ر٢	٢ر٢
		C	١٤ر١	>٢ر٢	١٢ر٠	>٢ر٢	١١ر٢	>٢ر٢	١١ر٠	>٢ر٢	١٣ر٨	>٢ر٢	١٣ر٠	>٢ر٢	١١ر٢	>٢ر٢	٩ر١	>٢ر٢	٥ر١	٢ر٥	٣ر٧	>٣
		D	٨ر٢	>٢ر٢	٨ر١	>٢ر٢	٦ر٧	>٢ر٢	٦ر٢	٢ر٥	٩ر١	>٢ر٢	٨ر٣	>٢ر٢	٨ر٦	>٢ر٢	٧ر٢	>٢ر٢	٦ر١	٢ر٥	٤ر١	<٢ر٥
	10	A	٩ر٢	>٢ر٢	٩ر١	>٢ر٢	٧ر٦	>٢ر٢	٧ر١	>٢ر٢	٨ر٨	>٢ر٢	٧ر٣	>٢ر٢	٧ر١	>٢ر٢	٦ر٨	>٢ر٢	٦ر٢	>٢ر٢	٥ر١	>٢ر٢
		B	١٠ر٦	>٢ر٢	١٠ر٥	>٢ر٢	٨ر٧	>٢ر٢	٧ر٩	>٢ر٢	١١ر١	>٢ر٢	١٠ر٥	>٢ر٢	٨ر٨	>٢ر٢	٧ر٥	>٢ر٢	٦ر٤	>٢ر٢	٤ر٨	٢ر٢
		C	١٢ر٢	>٢ر٢	١١ر١	>٢ر٢	١٠ر٢	>٢ر٢	٨ر٢	<٣	١٢ر٣	>٢ر٢	١١ر٢	>٢ر٢	٨ر٦	٣	٧ر١	<٣	٥ر٣	٤ر٢	٤ر٩	<٤ر٢
		D	٩ر٥	>٢ر٢	٩ر١	>٢ر٢	٧ر٦	>٢ر٢	٧ر١	>٢ر٢	٩ر٢	>٢ر٢	٨ر٢	>٢ر٢	٨ر١	>٢ر٢	٦ر٩	>٢ر٢	٥ر٢	٢ر٢	٤ر١	>٣
بطون الأودية الجافة عند اقدام حافة جال الزور	11	A	١٤ر١	>٢ر٢	١٢ر٢	>٢ر٢	١٠ر١	>٢ر٢	٨ر٦	>٢ر٢	١٣ر٨	>٢ر٢	١٢ر١	>٢ر٢	١١ر٢	>٢ر٢	١٠ر٩	>٢ر٢	٩ر٢	>٢ر٢	٩ر٦	>٢ر٢
		B	١٤ر٣	>٢ر٢	١٣ر٣	>٢ر٢	١٢ر١	>٢ر٢	١٠ر٦	>٢ر٢	١٤ر٦	>٢ر٢	١٢ر٣	>٢ر٢	١٢ر٠	>٢ر٢	١١ر٣	>٢ر٢	١٠ر٥	>٢ر٢	٩ر٥	>٢ر٢
		C	١٣ر٦	>٢ر٢	١٣ر١	>٢ر٢	١١ر٦	>٢ر٢	١٠ر١	>٢ر٢	١٣ر١	>٢ر٢	١١ر٦	>٢ر٢	١٠ر٧	>٢ر٢	٩ر٩	>٢ر٢	٩ر٢	٢ر٢	٨ر١	>٣
		D	١٣ر٢	>٢ر٢	١٢ر٦	>٢ر٢	١١ر٢	>٢ر٢	١٠ر٥	>٢ر٢	١٣ر٣	>٢ر٢	١٢ر٢	>٢ر٢	١١ر٧	>٢ر٢	١١ر٢	>٢ر٢	١٠ر٣	>٢ر٢	٩ر٢	>٢ر٢
	12	A	١٤ر٦	>٢ر٢	١٣ر١	>٢ر٢	١٢ر٥	>٢ر٢	١٢ر١	>٢ر٢	١٤ر٢	>٢ر٢	١٢ر٦	>٢ر٢	١٣ر١	>٢ر٢	١٢ر٥	>٢ر٢	١٢ر١	>٢ر٢	١١ر٣	>٢ر٢
		B	١٤ر١	>٢ر٢	١٣ر٢	>٢ر٢	١٢ر٢	>٢ر٢	١١ر٦	>٢ر٢	١٤ر٠	>٢ر٢	١٣ر٥	>٢ر٢	١٢ر٤	>٢ر٢	١٢ر١	>٢ر٢	١١ر٢	>٢ر٢	١٠ر٦	>٢ر٢
		C	١٣ر٠	>٢ر٢	١٢ر٢	>٢ر٢	١٢ر٠	>٢ر٢	١١ر٦	>٢ر٢	١٢ر٢	>٢ر٢	١٢ر١	>٢ر٢	١١ر٧	>٢ر٢	١١ر٢	>٢ر٢	١٠ر٦	>٢ر٢	٩ر٥	>٢ر٢
		D	١١ر٨	>٢ر٢	١١ر١	>٢ر٢	١٠ر٥	>٢ر٢	٩ر٨	>٢ر٢	١١ر١	>٢ر٢	١٠ر٠	>٢ر٢	٩ر٦	>٢ر٢	٩ر٦	>٢ر٢	٩ر٥	>٢ر٢	٩ر٣	>٢ر٢

محاولة لتفسير تباينات طاقة الاحتواء المائي في منطقة الدراسة ومناقشتها

لاحظنا في الفقرات السابقة تبايناً واضحاً في المحتوى المائي وفي طاقة الاحتواء المائي وقيم PF وفي حالات الماء في رواسب مختلف الوحدات المورفوبيدولوجية الخمس في منطقة الدراسة. ولعل من البديهي أن نلجأ في محاولتنا لتفسير تلك التباينات إلى العوامل التالية:

أ ــ العوامل المناخية facteurs climatiques

ب ــ الخواص الفيزيائية للترب والرواسب facteurs édaphiques

ج ــ العوامل الطبوغرافية والجيومورفولوجية facteurs géomorphologiques et topographiques.

وعلى الرغم من الدور الكبير الذي تلعبه مجموعة العوامل المناخية التي سبق شرحها باسهاب ومجموعة العوامل الطبوغرافية والجيوموفولوجية، التي لمحنا إليها، في تحديد كمية المحتوى المائي ـ الرطوبي للرواسب إلا أن دورها في مجال تحديد طاقة الاحتواء المائي وتحديد قيم PF المرتبطة بها يظل غير مباشر، ذلك لأن الخصائص الفيزيائية للترب وللرواسب السطحية هي التي تحدد طاقة الاحتواء المائي في تلك الترب والرواسب وبالتالي قيم PFالتي تتجلى من خلالها كمية الماء المتاح والميسور eau disponible الذي يحدد بدوره فعالية ونشاط العالم النباتي السائد فوق تلك الترب.

لقد وجد المشتغلون في علم النبات أن قوام التربة texture du sol والحجم الحبيبي للذرات المكونة لها تمثل أهم الخصائص التى تؤثر على طاقة الاحتواء المائي فيها وعلى معدلات PFالمرتبطة بها والتي تحدد كمية الماء غير المتاح eau non disponible الذي لا يتجاوز ١ ٪ في الترب الرملية في حين يتراوح بين ١٥ و ٢٠ ٪

في الـترب الطينيـة الثقيلة (محمد العـودات ، ١٩٨٥). فالـترب الطينيـة ثقيلة القوام، نظراً لاحتوائها على نسبة مرتفعة من الطين والغرويات، تحتفظ بالماء الذي لا تستطيع الشعيرات الجذرية للنبات إمتصاصه، بنسبة أعلى بكثير مما هـو حاصـل في الترب الرملية. لقد أثبت الباحثون في هذا المجال علاقة واضحة بين وجود نوع معين من النباتات وبين كمية مياه الأمطار ونوع التربة. فنبـات الأكاسيـا أو السمر ينمو في الترب الرملية بالقرب من الخرطوم في السودان حيث يبلغ متوسط التساقط السنوي ١٥٠ مم فقط بينما يحتاج لكي ينمو في الترب الطينيـة في منطقـة كسلا إلى متوسط تساقط سنوي يصل إلى حوالى ٣٠٠ مم.

أما الترب الرملية السائدة في منطقة الـدراسة فتتميـز بنفاذيتهـا العاليـة للماء الـذي يصل غـالباً إلى الميـاه الجوفيـة في السنوات المـطيرة إلا تلك التي تكـثر فيهـا الـزخات المـركزة. كـما تتميز أيضـا بقدرتهـا الضعيفة عـلى الاحتفاظ بـالماء، تلك القدرة التي تتناقص كلما تزايدت احجام الحبيبات المكونة لهـا. الا أن هذه الـترب تمتاز بخاصية شعرية ضعيفة ولهذا لوحظ، أثناء متابعـة المحتوى المـائي ـ الرطـوبي على أعماق متباينة، تعرض الطبقـة السطحيـة للتجفف السريع في حـين بقى ذلك المحتـوى مرتفعـاً نسبياً في الـطبقات العميقـة حتى أواخر فصـل الجفـاف الصيفي الطويل مما يساعـد على استمـرار نمو المجمـوع الجذري للعـديد من النبـاتات التي يمكن استزراعها مستقبلاً في تلك الترب. أما الحالات الاستثنائية التي تمَّ تسجيلها في مختلف الوحدات المورفوبيدولوجية وعلى مختلف الأعـماق فمن الممكن تفسيرهـا إمَّا بانخفاض المنسوب الطبوغرافي وتأثر الرواسب بمياه المد أو بـالتفاوت الكبـير في عمليـات الترسيب التي اختـلطت فيهـا الـرواسب الفيضيـة السيليـة مـع أشكـال الـتراكم الريحي. أخيـراً يمكن القول بشكـل عـام أن الـترب الـرمليـة في منـطقـة الدراسة. شأنها في ذلك شأن كافة الترب الرملية، تظل على الرغم من قلة محتواها المائي عند تشعبها أكثر سخاءً بمائهـا إذا قُورنت بـالترب الـطينية، وليس أدل عـلى

ذلك من التذكير بأن كمية الماء غير المتاح في تلك الترب الرملية لا تزيد عن ١ ٪ فقط (في الترب الطينية ١٥ ـ ٢٠ ٪).

ولما كانت مختلف الوحدات المورفوبيدولوجية في منطقة الدراسة تتمتع بنفس العوامل والمؤثرات المناخية من تساقط وحرارة وتبخر لذا كان من المنطقي أن نبحث عن الأسباب والعوامل التي تقف وراء التغيرات التي لوحظت، إبان كافة مراحل الدراسة الميدانية، على طاقة الاحتواء المائي potentiel matriciel وقيم PF المرتبطة بها، في مجموعة الخصائص الفيزيائية لمكونات تلك الرواسب وفي مجموعة الخصائص الطبوغرافية والجيومورفولوجية التي تتباين بين وحدة وأخرى من الوحدات المورفوبيدولوجية الخمس في القطاع المدروس.

ففي **منطقة السبخات الجافة** أظهر المحتوى المائي ـ الرطوبي أوضاعاً خاصة لم تلاحظ في الوحدات المورفوبيدولوجية الأربع الأخرى. فقد كانت معدلات هذا المحتوى مرتفعة دوماً طوال فترات الرصد وعلى كافة الأعماق المدروسة باستثناء الطبقة السطحية من رواسب تلك السبخات وحتى عمق ٥ سم حيث كان المحتوى المائي يتناقص دوماً وبشكل منتظم بعد الزخات المطرية خلال الفترات الجافة. ويمكن تفسير ظاهرة التناقص هذه من خلال فعالية التبخر العالية التي تعمل على تبخير مياه التساقط المطري والماء الشعري المالح عند وصولها إلى سطح تلك السبخات مباشرة وحتى عمق ٥ سم.

وعلى الرغم من ارتفاع معدلات المحتوى المائي ـ الرطوبي في رواسب تلك السبخات إلا أن طاقة الاحتواء المائي وقيم PF وصلت إلى درجات عالية تجاوزت في بعض الأعماق > ٣,٥ كما هو الحال في الموقع 1 على عمق ٧٥ سم، وفيما عدا ذلك فقد تراوحت وسطيا بين PF ٢,٢ و ٣,٥ أي أنها وصلت إلى حالات تراوح فيها المحتوى المائي بين السعة الحقلية ونقطة الذبول المؤقت.

ومما لاشك فيه، حسب اعتقادنا، أن انخفاض المنسوب الطبوغرافي العام لسطح تلك السبخات (من ٢,٥ إلى ٥ م فوق مستوى المد الأعلى) يمكنه أن يلعب دوراً أساسياً في بروز أثر الخاصية الشعرية وفي تصاعد ماء البحر ضمن رواسب تلك السبخات إلى مستويات تزيد بشكل ملحوظ عن مستوى الماء في حالة المد الأعلى مما يؤدي إلى تشبع تلك الرواسب وارتفاع معدلات المحتوى المائي فيها في حالة المد. ومما يزيد من فعالية تلك الخاصية الشعرية إزدياد نسبة المواد الناعمة (رمال ناعمة ـ طمي) في مكونات رواسب تلك السبخات والتي تزيد عن ٦٥ ٪ في بعض المواقع والأعماق.

أما الحالات التي يغلب على الماء الشعري المالح اتخاذها عقب ظاهرات المد المتعاقبة مباشرة فهي حالات التسرب السريع أو البطيء نحو الأعماق، الخاضعة لقوة الجاذبية الأرضية، مخلفاً وراءه شريحة من الرواسب تصل إلى ما بعد العمق الأقصى المدروس، وهو ١٢٥ سم، مترعة بالماء تتراوح فيها طاقة الاحتواء المائي بين ١٦٠ غ / سم٢ و٣٠٠٠ غ / سم٢ (PF = ٢,٢ – ٣,٥). وعلى الرغم من أن المحتوى المائي يكون هنا في معظمه متاحاً ومتيسراً بالنسبة للنباتات إلا أنه عندما تصل طاقة الاحتواء المائي في بعض الأعماق إلى PF ٣,٥ يصبح معها من الصعب على نفس تلك النباتات أن تمتص الماء الشعري من مسامات التربة حتى وإن كان المحتوى المائي الرطوبي كبيراً وعندها يصل ذلك المحتوى إلى حالة تباطؤ النمو النباتي وتوقفه أحيانا.

ومما يزيد تلك الظاهرة تعقيداً أن نسبة الملوحة في المحتوى المائي ـ الرطوبي لرواسب تلك السبخات تظل عالية جداً وتزيد أحياناً عن نسبة الملوحة في مياه الخليج المجاورة. لقد أظهرت العينات المائية التي جمعناها على أعماق مختلفة في موسم التساقط الشتوي لعام ١٩٨٩ تناقصاً بسيطاً في النسبة المئوية لملوحة المحتوى المائي لتلك السبخات لم يتجاوز ٥ ٪ فقط مقارنة بالنسبة المئوية للملوحة التي

اظهرتها العينـات الأخرى التي التقـطت من نفس المواقـع في نهاية الفصـل الجاف لنفس العام. إلا أن ذلك التناقص آنف الذكـر لم يسجل إلا عـلى أعماق تـراوحت بـين ٥ و٢٥ سم فقط أما عـلى الأعماق الكبـيرة (٧٥ ـ ١٢٥ سم) فقـد لـوحظ أن المحتـوى المائي لتلك السبخات الجـافة يستمـد معظم أوضـاعه وملوحتـه من مياه البحر مباشرة وأنه نادراً ما يتأثر بمياه التساقط المطري بشكل مباشر.

أما في الوحدة المورفوبيدولـوجية لحقـول النباك (الكثبـان الساحليـة) فقد كـانت التباينات التي طرأت على معدلات المحتوى المائي ـ الرطوبي وعلى طـاقة الاحتـواء المائي تستحق التأمـل والمناقشـة وخاصـة خلال مـوسم التساقط الـربيعي وموسم الجفاف الصيفي لعام ١٩٨٩. لقد تميزت تلك التباينات بالانسجام التام مع نسقٍ تناقصٍ مستمر لم تُلاحظ فيه الانقطاعات والحالات الشاذة الا نادراً.

ففي فصـل التساقط الخـريفي لعام ١٩٨٩ وفصـل التساقط الشتـوي لعام ١٩٩٠ كـان ماء التسـاقط المطري يخضـع في أغلب الأحيان عنـد تسربه في رمـال النباك إلى قوة الجـاذبية الأرضيـة وكانت حـالة المحتـوى المائي السـائدة هي حـالة التسرب السريـع في مسامـات تلك الرمـال التي تمتاز بـانسجام عمليـات الـتراكم الـريحي المكونـة لها وبـانعدام ظـاهرة عـدم التوافق والتجـانس في أشكال وانمـاط العمليات الترسيبية فيها. ولهذا فقد كـان الماء المتسرب فيهـا دوما في حـالتي السعة الحقلية والسعة المائية (PF = ٢,٢ - ٣) كما ظل المحتوى المائي طـوال تلك الفترة قابلاً للامتصاص بسهولة من قبل النباتات وذلك لأن طاقة الاحتـواء المائي كـانت تتراوح بين ١٦٠ غ / سم٢ و ١٠٠٠ غ / سم٢ فقط.

أمـا خلال فصـل الجفـاف الصيفي لعـام ١٩٨٩ فقـد تنـاقصت معـدلات المحتـوى المائي ـ الـرطوبي بشكـل مضطرد ممـا أدى إلى تزايـد ملحـوظ في طـاقـة الاحتواء المائي وقيـم PFالمرتبطة بهـا لدرجـة وصلت معها في بعض المـواقع إلى قيم

عـاليـة بغت ٢ , ٤ إلى ٢ , ٤> كـما تـراوحت طـاقـة الاحتـواء المـائي بـين ٣٠٠٠ غ / سم٢ وأكثر من ١٦٠٠٠ غ / سم٢، أي أن الـوضـع الـذي كـان يتخذه المحتوى المائي يصبح متمثلاً بالماء الشعري الملتحم الذي صعب إمتصاصه من قبل النبات أو بالماء الهيجروسكوبي الغير قابل للامتصاص بأي شكل من الأشكال وبالتالي تصل النباتات معه إلى نقطة الذبول الدائم Point de fletrisse-ment permanent .

وعلى الرغم من هذا كله فقد لوحظ أن طاقة الاحتواء المائي كانت في نهاية الفصل الجاف لعام ١٩٨٩ في أدنى حدودها على أعماق ٧٥ و ١٢٥ سم، إذ تراوحت قيم PF بين ٢ , ٢ و ٢ , ٤> وسجلت أقل تلك القيم في الموقع 4 على نفس تلك الأعماق. ويمكن تفسير هذه الظاهرة بقدرة الرواسب الرملية للنباك على الاحتفاظ بمحتوى مائي مرتفع وذلك بسبب تجانس تركيبها الحبيبي وإزدياد نسبة الرمال المتوسطة الحجم المكونة لها والتي تساعد على تباطؤ فعالية الخاصية الشعرية. بالاضافة إلى ذلك فان اقتراب المنسوب الطبوغرافي للمسطحات التى ترتكز عليها الكتل الرملية للنباك من منسوب السبخات الجافة يجعلنا نميل إلى تفسير تناقص معدلات طاقة الاحتواء المائي وقيم PF في الموقع 4 على عمق ٧٥سم و ١٢٥ سم إلى معدلات ضئيلة تراوحت بين ٢ , ٢ و ٢ , ٥ بنفس العوامل الطبوغرافية الخاصة بالسطح والعوامل الفيزيائية المتعلقة بالرواسب التي لاحظناها في منطقة السبخات الجافة، لاسيما إذا عرفنا بأن الموقع 4تحيط به السبخات من جهة الشرق والجنوب الشرقي وأن تلك الأعماق التي أخذت منها العينات في ذلك الموقع تقع دون المنسوب العام للسطح الطبوغرافي لتلك السبخات الجافة. إلا أنه وعلى الرغم من تزايد المحتوى المائي في ذلك الموقع وعلى تلك الأعماق وانخفاض طاقة الاحتواء المائي وقيم PF إلا أن ذلك المحتوى المائي يمتاز بملوحته التي تتزايد كلما إزداد العمق لتقترب من نسبة ملوحة مياه البحر المجاورة أو تزيد عليها

احيـاناً. أمـا في بقية المـواقع فـالمحتوى المـائي يمتاز بعـذوبته وبتـأثره المبـاشر بميـاه التسـاقط المطري ممـا يجعل أثـره على الحيـاة النباتيـة مرتبـطاً ارتباطـاً وثيقـاً بكميـة التساقط السنوي وتوزعه على فصول السنة.

وعندما ننتقل إلى الفرشات الرملية الحديثة الدنيـا في الموقعـين 5، 6 نلاحظ عدداً من الظاهرات الهامة يمكننا تلخيصها فيما يلي:

١ - ظاهرة تنـاقص معدلات المحتـوى المائي بشكـل مضطرد خـلال جميع فـترات الـرصد في كـل من الموقعـين وعلى كـافة الأعـماق وخاصـة على عمق ٥ سم. ويمكن تفسير هذه الظاهرة من خلال تزايد درجات الحـرارة ومعدلات التبخـر التي تؤثر بالدرجة الأولى عـلى المستويـات السطحيـة لتلك الفرشـات الرمليـة إضافة إلى عامل آخر يمكن من خلاله تفسير هـذه الظاهـرة ألا وهو تـوقف أي شكل من أشكال التساقط المطري اعتباراً من تاريخ ١٣/٢/ ١٩٩٠.

٢ - لوحظ تزايد واضح في معدلات المحتوى المـائي - الرطـوبي على عمق ٢٥ سم وعمق ٧٥ سم في كلا الموقعين 5 و 6 مما يـدل على بلوغ مـاء الجاذبيـة الأرضية لتلك الأعماق أثناء تسربه في الرواسب الرملية.

٣ - أمـا تناقص المحتـوى المائي - الـرطوبي الـذي سُجـل عـلى عمق ١٢٥ سم في رواسب تلك الفرشات فيدل على عدم وصول ماء الجاذبية أثناء تسربه البطىء إلى هـذه الأعماق وذلـك إما بسبب ضـآلة كميـة التسـاقط في المـوسم المـطري السابق أو بسبب تداخل بعض الآفاق الرسوبيـة ذات المكونـات الناعمـة التي تعـرقل عمليـة التسرب المائي وتـزيـد في نفس الـوقت من فعـاليـة الخـاصيـة الشعرية.

٤ - من المرجح أن تباين طاقة الاحتواء المائي وقيم PF المرتبـطة بها التي سُجلت في مختلف الفصـول وعلى كـافة الأعـماق لا يمكن تفسـيرهـا إلا من خـلال تبـاين

الخصائص الفيزيائية للرواسب وبشكل خاص تباين أحجامها الحبيبية وعدم التوافق والانسجام Discordance في عمليات الترسيب المائي والتراكم الريحي المكونة لتلك الفرشات.

٥ ـ أما في نهاية فصل الجفاف لعام ١٩٨٩ فقد سُجلت أعلى معدلات طاقة الاحتواء المائي في المستويات السطحية لرواسب تلك الفرشات (PF = ٤,٢ <)، كما لوحظ بعد ذلك انخفاض تلك المعدلات على عمق ٢٥سم و٧٥سم (PF = ٣< - ٤,٢) لتعود بعد ذلك للارتفاع والاستقرار حول معدل PF = ٤,٢< (ضغط الاحتواء المائي بين ١٠,٠٠٠ و ١٦,٠٠٠غ/سم٢). ومن المحتمل أن تكون كمية التساقط الضئيلة خلال الفصول السابقة، وخاصة فصل التساقط الربيعي لعام ١٩٨٩، والتي لم تتمكن من التسرب بعيداً حتى عمق ١٢٥سم، هي السبب في ازدياد طاقة الاحتواء المائي ووصول المحتوى المائي، رغم ارتفاعه النسبي، إلى حالة الذبول المؤقت (PF = ٤,٢<).

أما في الوحدة المورفوبيدولوجية للفرشات الرملية الحديثة العليا فمن الممكن تلخيص ومناقشة كافة الظاهرات المتعلقة بالمحتوى المائي ـ الرطوبي وبطاقة الاحتواء المائي وحالة الماء في التربة والتي سُجلت في هذه الوحدة على النحو التالي:

١ ـ ازدياد معدلات المحتوى المائي في كافة المواقع الأربعة 7، 8، 9، 10 وعلى كافة المستويات خلال موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩ وموسم التساقط الشتوي والربيعي لعام ١٩٩٠ بحيث ظل المحتوى المائي في حالة السعة الحقلية حتى مطلع شهر مارس ١٩٩٠. وبعد ذلك بدأ المحتوى المائي بالتناقص وطاقة الاحتواء المائي بالتزايد لدرجة أنه بتاريخ ٢٠/٤/ ١٩٩٠

وصلت قيم PF في بعض الأعماق إلى أكثر من ٢ , ٤ (الموقع 10 على عمق ٧٥سم).

٢ ـ سُجل خلال نفس الموسم تباين واضح في معدلات المحتوى المائي وفي قيم PF في كافة المواقع الأربعة وعلى كافة الأعماق، مما أدى إلى وجود تباينات ملحوظة في حالة الماء تراوحت بين حالة ماء الجاذبية الأرضية وحالة الماء الشعري غير القابل للامتصاص من قبل النباتات.

٣ ـ أما في نهاية موسم الجفاف الصيفي لعام ١٩٨٩ فقد لوحظ تدنٍ كبير في معدلات المحتوى المائي ـ الرطوبي على عمق ٥ سم، تزايدت معها قيم PF من ٣ < الى ٢ , ٤ > كما تراوحت حالة الماء في التربة بين حالة الماء الشعري القابل للامتصاص (السعة المائية) وحالة الماء الشعري غير القابل للامتصاص (حالة الذبول الدائم)، وقد سجل الموقعان 8، 9 أقل معدلات المحتوى المائي ـ الرطوبي وأعلى معدلات طاقة الاحتواء المائي التي زادت عن ١٦,٠٠٠ غ/سم٢ في أغلب المستويات وخاصة السطحية.

٤ ـ كما لوحظ أيضا تناقص كبير في معدلات المحتوى المائي ـ الرطوبي في الأعماق القصوى ٧٥سم و١٢٥سم وبشكل خاص في الموقعين 9، 10 مما يدل على عدم تمكن مياه التساقط من التسرب والوصول إلى تلك الأعماق بكميات كبيرة تقلل من معدلات PF المسجلة على تلك الأعماق.

٥ ـ أما في الموقعين 8,7 فقد لوحظ تناقص معدلات الاحتواء المائي وقيم PF المرتبطة بها من ٢ر٤> إلى ٣> في الموقع 7 ومن ٢ر٤> الى١ر٤< في الموقع 8. ولا يمكن تفسير هذه الحالة الخاصة بهذين الموقعين إلا بعدم التوافق والانسجام في عمليات الترسيب المكوِّنة لتلك الفرشات والذي كنَّا قد لمَّحنا إليه في منطقة الفرشات الرملية الدنيا أيضاً.

٦ ـ لوحظ العديد من الانقطاعات في تغيرات المحتوى المائي ـ الرطوبي أو في طاقة الاحتواء المائي نذكر منها الانقطاع المسجَّل في الموقع 9 على عمق ٧٥ سم والانقطاع المسجل في الموقع 10 على عمق ٢٥ سم اللذان لوحظ فيهما تدنٍ واضح في قيم PF لا يمكن تفسيره إلا بوجود طبقة من الرمال الأكثر خشونة على هذين المستويين تصبح معها قيمة PF أقل ارتفاعاً كما تجعل المحتوى المائي قابلاً للامتصاص عندما تقل تلك القيمة عن ٤ . وتتراوح عندها حالة ذلك المحتوى المائي بين الماء الشعري القابل للامتصاص والماء الشعري القابل للامتصاص بصعوبة (١٠٠٠غ / سم^{٢} ـ ٣٠٠٠غ / سم^{٢}).

٧ ـ لوحظ أخيراً أن هذه الوحدة المورفوبيدولوجية تظل أكثر الوحدات في منطقة الدراسة جفافاً في نهاية فصل الجفاف الصيفي الطويل. فمحتواها المائي ـ الرطوبي هو الأقل وطاقة الاحتواء المائي هي الأكثر ارتفاعاً.

أما في بطون الأودية السيلية الجافة عند أقدام حافة جال الزور فقد أمكن تسجيل عدد من الملاحظات والظواهر التي تستحق التركيز عليها وتحليلها بإسهاب نوردها على النحو التالي:

١ ـ لوحظ خلال موسم التساقط الخريفي ١٩٨٩ والشتوي لعام ١٩٩٠ أن المحتوى المائي ـ الرطوبي ظلَّ مرتفعاً حتى نهاية النصف الأول من موسم التساقط الربيعي ١٩٩٠ . كما لوحظ أن قيم PF كانت منخفضة (٢ر٢<)، مما يدل على أن حالة الماء طوال تلك الفترة كانت ضمن حدود ماء الجاذبية ذو التسرب السريع وأن الحالة المميزة للمحتوى المائي كانت أيضاً في حدود السعة الحقلية التي يكون معها ذلك المحتوى المائي تحت تصرف النباتات بشكل أمثل.

٢ ـ لوحظ أيضاً خلال نفس الفترة آنفة الذكر أن المحتوى المائي كان في تناقصٍ مستمر باتجاه الأعماق ومع ذلك فقد كانت طاقة الاحتواء المائي لا تتجاوز

١٦٠ غ / سم٢ وقيم PF لا تتعدى ٢ر٢ <. ويمكن تفسير ذلك بالجريان المائي تحت سطح التربة écoulement hypodermique الذي يتّصف بفعالية كبيرة عقب الزخات المطرية المركّزة والذي يحول دون تسرب كميات كبيرة من مياه الجاذبية الأرضية نحو الأعماق الكبيرة.

٣ ـ أما خلال موسم التساقط الربيعي وخلال موسم الجفاف الصيفي الطويل لعام ١٩٨٩ فقد طرأ دون شك تناقص واضح على معدلات المحتوى المائي ـ الرطوبي في كل من الموقعين 11,12 وعلى كافة الأعماق، إلا أن طاقة الاحتواء المائي وقيم PF ظلت في حدود أقل من ٢ر٢ < حتى نهاية شهر مايو / ١٩٨٩ حيث أخذت بعدها بالتزايد لتصبح بعدها في حدود ٥ر٢ في الطبقات السطحية والأعماق (ماء الجاذبية ذو التسرب البطيء) ومع ذلك يظل المحتوى المائي في حدود السعة الحقلية في كافة المواقع والأعماق.

٤ ـ أما في نهاية فصل الجفاف (أواخر شهر سبتمبر ١٩٨٩) فقد أمكن تسجيل ظاهرة لم يسبق تسجيلها في أية وحدة من الوحدات المورفوبيدولوجية الأربع الأخرى ألا وهي ظاهرة التزايد الواضح في معدلات المحتوى المائي ـ الرطوبي باتجاه الأعماق بشكل منتظمٍ لا انقطاع فيه. وقد رافق ذلك التزايد في المحتوى المائي ـ الرطوبي تناقص منتظم أيضاً في قيم PF وبالتالي في معدلات طاقة الاحتواء المائي. ففي الموقع 11 كانت قيمة PF تعادل ٢ر٤ على عمق ٥ سم في حين أنها لم تتجاوز ٥ر٣ على عمق ١٢٥ سم، أي أن طاقة الاحتواء المائي هبطت من ١٦٠٠٠ غ / سم٢ وبالتالي تغيرت من حالة الماء غير القابل للامتصاص على عمق ٥ سم (الماء الهيجروسكوبي) [١٠] إلى حالة الماء القابل للامتصاص بصعوبة. أما في الموقع 12 فقد هبطت قيمة PF من ٢ر٤ > (أكثر من ١٦٠٠٠ غ / سم٢) إلى ٣ > (أقل من ١٠٠٠ غ / سم٢) على نفس العمقين المذكورين، وبالتالي فقد تغيرت حالة المحتوى المائي من ماء غير قابل للامتصاص (ماء هيجروسكوبي ملتحم) على عمق ٥ سم إلى ماء شعري قابل

للامتصاص بسهولة من قبل النبات إذ تتراوح حالته بين السعة الحقلية والسعة المائية.

إن هذه الخاصيَّة الفريدة التي لم تُسجل بمثل هذا الوضوح والدقة في بقية الوحدات المورفوبيدولوجية الأخرى تستحق الوقوف عندها ومحاولة توظيفها والانتقال بها من حيِّز النتائج العلمية الصرفة إلى حقل التطبيق والاختبار.

النتائج التطبيقية

في ختام هذه الدراسة الميدانية يبدو من الصعب الذهاب بعيداً والمبالغة في التأكيد على النتائج التطبيقية لهذا البحث الميداني الهادف. لقد حاولنا قدر المستطاع، في هذه الدراسة المدعّمة التي استغرقت ما يقارب ثلاثة أعوام، التزام الموضوعية العلمية واتباع منهجٍ علميٍ دقيق تم تحديده مسبقاً بشكل تفصيلي مبتعدين عن أي شكلٍ من أشكال التعميم، ومع هذا كله فقد كان بالامكان جعل هذه الدراسة أكثر عمقاً وشموليةً لو أنها تمّت على يد فريق متكامل من عدد من الاختصاصيين في مجال علوم الأرض المختلفة تصبح معها النتائج دون شك أكثر مصداقية وأصالة.

وعلى الرغم من ذلك فقد تمكنّا، بعد إستقراء النتائج العلمية الصرفة التي تمخض عنها هذا البحث، من الإشارة إلى عدد من النتائج القابلة للتطبيق Applicables التي يمكن توظيفها في مجال تحسين الشروط البيوجغرافية الآخذة بالتدهور في الوسط الطبيعي المدروس، تلك النتائج التطبيقية هي:

١ ــ استناداً إلى النتائج العلمية المتعلقة بمنطقة السبخات الجافة يمكن اقتراح محاولة استزراع تلك الوحدة المورفوبيدولوجية ببعض النباتات المقاومة للملوحة Halophytes والتي من المستحسن اختيار النباتات الشجيرية المعمِّرة المتواجدة أصلاً في هذه المنطقة والتي هي الأكثر تلاؤماً مع الشروط الهيدرولوجية والمناخية السائدة في هذا الوسط الطبيعي. لقد لوحظ أن المشكلة الأساسية التي يمكن أن تعيق الحياة النباتية في منطقة السبخات الجافة لا تتجلى في نقص كمية الماء المتاح eau disponible، فالمحتوى المائي يظل مرتفعاً في كافة الفصول، كما أن طاقة الاحتواء المائي Potenciel matriciel وقيم PF المرتبطة بها تظل منخفضةً تتأرجح طوال العام بين PF ٢ر٢ و PF ٢ر٢ وPF ٥ر٢ ونادراً ما تصل إلى PF

٣ر٥ . وهكذا فالمحتوى المائي يظل، والحالة هذه، في حدود السعة الحقلية Capa-cité au champ وقلّما يصل إلى حدود نقطة تباطؤ النمو النباتي (طاقة الاحتواء المائي ٣٠٠٠ غ / سم٢)، وكلها حالات يظل النبات معها قادراً، من خلال الخاصيّة الاسموزية، على امتصاص حاجته من هذا الماء المتاح بسهولة ويسر، وعلى النمو بشكل طبيعي شريطة أن يكون هذا النبات من الأنواع المقتَرَحة المقاومة للملوحة والمتلائمة مع معدلات ملوحة عالية قد تزيد أحياناً عن معدل الملوحة في مياه الخليج المجاورة (٤٠٪)، مثل نبات الطرفاء Tamarix aucherana ونبات الأشنان Seidlitzia rosmarinus والبوص وغيرها. (راجع هوامش البحث).

٢ ــ أما في الوحدة المورفوبيدولوجية لحقول النباك الساحلية فالنتائج العلمية التي انتهى اليها البحث تجعل بالامكان اقتراح استزراع المسطحات الرملية المنخفضة، التي تشكل أرضية تتناثر فوقها النباك، بنفس الأنواع النباتية المقتَرَحة في منطقة السبخات الجافة وذلك بسبب التشابه الكبير في الخصائص المورفولوجية والهيدرولوجية بين المنطقتين مثل انخفاض المنسوب الطبوغرافي وارتفاع معدلات المحتوى المائي teneur en eau وتضاؤل طاقة الاحتواء المائي وقيم PF المرتبطة بها. أما التجمعات الرملية التي تمثلها النباك ذاتها والتي تتفاوت من حيث أحجامها وارتفاعاتها من مكان لآخر في تلك المنطقة فمن الممكن استزراعها بالشجيرات المعمِّرة التي كانت سائدة في المنطقة وأكثر انتشاراً مما هي عليه الآن والتي كانت تمثل أصلاً العامل الأساسي في تشكل تلك النباك مثل شجيرات الغردق Nitraria retusa والعوسج Lycium Shawii والهَرْم Zygophyllum quatarense وغيرها.

ومن المتوقع عند استنزراع هذه النباتات وحمايتها من تدخل الانسان أن تتسع مناطق حقول النباك مرة أخرى كما كانت منذ حوالي قرن من الزمان وتصبح بالتالي تلك النباتات المستزرعة في بيئة هشة شديدة

الحساسية قادرة على استعادة عالمها الايكولـوجي الخاص وعـلى الاتساع والانتشار من تلقاء نفسها مستفيدة من خصائصها الفيزيولوجية الوظيفية التي تمكِّنها من إمتصاص ماء التساقط العذب المتسرب ضمن التجمعات الـرملية للنبـاك كـما تمكِّنهـا من الاستفـادة إلى حـدٍ مـا من الميـاه القليلة الملوحة.

وعلى الرغم من تفاوت معدلات المحتوى المائي وتفـاوت طاقـة الاحتواء المائي في رمال النباك إلا أنه لـوحظ أن معدلات PF كـانت تتراوح عـلى عمق ٧٥سم وعمق ١٢٥سم بين PF ٢ر٢ و PF ٢ر٤< وهي معدلات تسمح في معظمها للنباتات بامتصاص حاجتها من المحتوى المائي أو أنها في بعض الأحيان تجعل ذلك المحتوى المـائي صعب المنال بـالنسبة لتلك النباتات (PF ٢ر٤< أي نقـطة الذبـول المؤقت point de flétrissement temporaire)[٨]. إن هـذه النتيجة تـترك المجـال واسعـاً لتـوقـع مـدى الصعوبات والظروف المعوقة التي ستتعرض لها هذه النبـاتات المسـتزرعة إلا أنها تـترك مزيـداً من الأمل ببقـاء تلك النباتـات مـزدهـرةً، أو عـلى الأقل، على قيد الحياة وذلك لأن الأوضاع التي يتخـذها المحتـوى المائي في هذه المنطقة ستظل في حدود تتراوح بين السعة الحقليـة والسعة المـائية وحالة تبـاطؤ النمو النبـاتي أو في أحيان قليلة في حـالة الـذبول المؤقت في أواخر الفصل الجاف الطويل. وهكذا تظل محاولة استزراع هذه الوحدة المـورفوبيـدولوجيـة ممكنة ومجـدية شريـطة حمايـة المنطقـة المستزرعـة من التدخل البشري العشوائي والمتطرف.

٣ ــ من خلال النتائـج العلمية الخـاصة بمنـطقة الفـرشات الـرملية الحـديثة الـدنيا، الـذي يقع معـظمها جنـوب شرق طريق الـدوحـة ـ الصبيَّـة، لاحظنا صعوبة إستنزراع الأشجار أو الشجيرات المعمِّرة في هذه الوحدة المورفوبيـدولوجيـة وذلك بسبب انخفـاض معدلات المحتـوى المائي من

جهة وبسبب تزايد معدلات طاقة الاحتواء المائي وقيم PF المرتبطة بها.
فقد لوحظ منذ شهر مارس، أن قيم PF كانت على عمق ٧٥سم و١٢٥سم في حدود PF ٣ > ووصلت في نهاية شهر يونيو إلى PF ٢ر٤ < لتبلغ أخيراً معدل PF ٢ر٤ في بعض المواقع. أي أن حالة المحتوى المائي كانت تتراوح بين الماء الشعري القابل للامتصاص eau [11] capillaire absorable (٣٠٠٠ غ / سم٢) والماء الشعري غير القابل للامتصاص eau capillaire non absorbable[12] (١٦٠٠٠غ / سم٢).
ومما يؤكد صعوبة إستزراع الأشجار والشجيرات في هذه الوحدة المورفوبيدولوجية أن معدلات طاقة الاحتواء المائي كانت مرتفعة على أعماق ٧٥سم و١٢٥سم حتى خلال موسمي التساقط الشتوي والربيعي لعام ١٩٨٩ (PF = ٣-٢ر٤). وعلى الرغم من هذا كله تظل منطقة الفرشات الرملية الدنيا هذه صالحة لاستزراع النباتات العشبية الحولية من فصيلة النجيليات أو الفصائل الاخرى القادرة على مقاومة الحرارة والجفاف والتي يمكنها الاستفادة من المحتوى المائي الغزير والمُتاح خلال موسم التساقط الشتوي والربيعي واستغلال طاقة الاحتواء المائي المنخفضة التي تجعل ذلك المحتوى المائي متيسراً للنباتات على عمق يتراوح بين ٢٥سم و٧٥سم. إذ أن طاقة الاحتواء تظل بين ١٦٠غ / سم٢ و١٠٠٠غ / سم٢ أي في حدود تتراوح بين السعة الحقلية والسعة المائية.

٤ ـ أما في الوحدة المورفوبيدولوجية للفرشات الرملية العليا فقد أكدت النتائج التي تمخّض عنها البحث على كون هذه الوحدة هي أقل الوحدات المورفوبيدولوجية المدروسة غنىً بمحتواها المائي خلال موسم الجفاف الصيفي وأكثرها تميزاً بارتفاع معدلات طاقة الاحتواء المائي وقيم PF على كافة الأعماق السطحية منها والكبيرة في نفس الوقت. إلا

أن وجود بعض الحالات التي تشذ عن هذه القاعدة؛ كما هو الحال في الموقع 7 على عمق ١٢٥سم حيث كانت PF = ٣> وفي الموقع 8 على عمق ٧٥سم حيث كانت PF = ٣< وأخيراً في الموقع 10 على عمق ٢٥ سم حيث سجلت قيمة تعادل PF ٣ <، تدل على عدم استحالة استنزراع بعض الأشجار أو الشجيرات في بعض المواقع المنخفضة طبواغرافياً من هذه الوحدة وخاصة في الأجزاء المتاخمة مباشرةً لبطون الأودية السيلية الجافة التي تخترق هذه الفرشات الرملية على شكل شرايين متوازية تحدِّدها من الشمال الغربي باتجاه الجنوب الشرقي. أما بقية أجزاء هذه الفرشات الرملية فتقتصر صلاحيتها على إستزراع النباتات العشبية الحولية المماثلة لتلك التي أُقتُرِحَت في منطقة الفرشات الرملية الحديثة الدنيا.

٥ ــ أما بطون الأودية السيلية الجافة عند أقدام حافة جال الزور فقد تبين أنها تمثِّل وسطاً طبيعياً ملائماً لاستزراع الأشجار والشجيرات وكذلك النباتات الحولية. ففي فصول التساقط الخريفي والشتوي والربيعي يظل المحتوى المائي ـ الرطوبي مرتفعاً ولا تهبط قيم PF عن ٢ر٢< وبالتالي فالمحتوى المائي هذا يظل في سعته الحقلية (طاقة الاحتواء المائي أقل من ١٦٠غ / سم[٢]) كما يظلٌّ ماء التساقط المطري المتسرب في مسامات الرواسب تحت تصرف النباتات على كافة الأعماق وبالشكل الأمثل.

وعلى الرغم من التناقض التدريجي الذي يصيب معدلات المحتوى المائي ـ الرطوبي على كافة الأعماق إلا أن ما دفعنا إلى تبني مثل هذا الاقتراح الجريء هو أن طاقة الاحتواء المائي تظل منخفضة أيضاً رغم ذلك التناقص الذي يصيب المحتوى المائي ابتداءً من نهاية موسم التساقط الربيعي. ففي نهاية شهر يونيو ١٩٨٩ كانت قيم PF

في حـدود ٢ر٢ و٣ < وظلّت تلك القيم عـلى الأعـماق الكبـيرة (٧٥ـ١٢٥سم) تتراوح بين PF ٥ر٣ وPF ٣< حتى نهاية موسم الجفاف الصيفي الـطويل لنفس العـام. وهـذا يـدل عـلى أن المحتـوى المـائي ـ الرطوبي، على تلك الأعماق الكبيرة وفي تلك الفترة الحرجة بالنسبة للنمو النبـاتي، كان في وضـع يتأرجـح بـين حـالـة السعـة الحقلية (أقـل من ١٠٠٠غ / سم٢) وبـين حالـة الماء الشعـري الذي يصعب عـلى النبات امتصـاصه (أكـثر من ٣٠٠٠غ / سم٢)، إلا أنه لم يصـل أبداً إلى حـالة المـاء الذي يستحيـل امتصاصـه (١٦٠٠٠غ / سم٢ وأكثر) طـوال فـترة الدراسة الميـدانية. وهكـذا يمكن القول بـامكانيـة استزراع العـديد من الأنواع الشجرية والشجيرية من الأنواع المقـاومة للجفـاف Xerophytes والنبـاتـات الـوسـطيـة Mesophytes إضـافـةً إلى الأعشـاب الحـوليـة Ephemerophytes، وذلك على شكل أشرطة تساير مجاري هذه الأوديـة الجافة على جانبي خطوط القاع شريطة تعهدها بالعناية والحماية الـلازمة خلال أطوار حياتها الاولى.

٦ ـ تظل كافـة النتائـج التطبيقيـة آنفة الـذِكْر والاقتراحات التي بُنيت عليها من خلال هذا البحث ضرباً من الترف العلمي النظري عديم الجدوى إذا لم يرافق تطبيق هذه النتائج عدد من الإجراءات الوقائية الرسمية والقوانين والتشريعات البيئية التي من شأنها حمايـة مناطق الاختبـار التطبيقي لتلك النتائج من أي تدخلٍ بشـريٍ مخرب. لقـد ثبت أخيراً أن كـل أشكال التدهور البيئي الذي ألمَّ بالوسط البيوجغرافي في منطقـة الدراسـة هو من عمل الانسان، فالمناخ لم يطرأ عليه أي تغير جوهري محسوس منذ حوالي سبعة آلاف سنة ومن المجحف أن ننسبَ هـذا التدهـور المؤسف ونعزوه الى التغيرات المناخية وهي منه براء.

«هوامش البحث»

(١) طاقة الإحتواء المائي : Potentiel matriciel تتمثل في مجموعة من القوى والضغوط التي تحتجز الماء وتمسك به في مسامات التربة، تلك الضغوط هي : الخاصيّة الشعرية، الضغط الأسموزي، قوة الإلتحام أو الالتصاق، وضغط زوايا المسامات ويُطلق على آثار تلك القوى مجتمعةً: طاقة الاحتواء المائي . وتتزايد معدلات طاقة الاحتواء المائي كلما ازداد جفاف التربة والرواسب السطحية، ويُعبَّر عن طاقة الاحتواء المائي من خلال لوغاريتم القوة الممسكة بذرات الماء في مسام التربة والتي يطلق عليها PF. وتتراوح قيم طاقة الاحتواء المائي بين ١٦٠غ / سم٢ ويقابلها PF =٢ر٢، وبين ١٦٠٠٠غ / سم٢ ويقابلها PF = ٢ر٤ (جدول ٧ وجدول ٨).

(٢) PF : تتمثل قيمة PF للترب والرواسب السطحية بلوغاريتم قوة الضغط التي تمسك بذرات الماء في مسامات التربة. ويُعبَّر عن قوة الضغط هذه بارتفاع الماء بالسنتيمتر أو بالبار. ولما كان الضغط الأسموزي الذي يسمح للنبات بامتصاص ماء التربة يصل في أغلب الحالات إلى (٥) بار، وأن كل (١) بار يعادل (١) متر من الماء أي ١٠٠٠سم فتكون قيمة PF والحالة هذه : PF=Log 5000= 3,7 والجدير بالذكر أن قيمة PF ترتبط بطبيعة التربة والحجم الحبيبي للرواسب والمواد المكوِّنة لها، كما أن قدرة النباتات على امتصاص الماء من التربة ترتبط بشكل وثيق بقيمة PF الخاصة بتلك التربة، فكلما زاد معدل PF كلما تناقصت قدرة النباتات على امتصاص الماء من التربة. فالضغط الأسموزي يظل قادراً على تحقيق امتصاص ماء التربة ما دام PF في حدود ٧ر٣، وعندما يزيد معدلها عن ٢ر٤ يصبح من المستحيل على أي نوع من أنواع النبات امتصاص الماء الهيجروسكوبي الملتحم مع ذرات التربة بإستثناء بعض النباتات الجفافية التي تظل قادرة على امتصاص الماء من التربة حتى وإن بلغ ضغط الاحتواء المائي ١٦٠٠٠غ / سم٢ أو حتى عندما تصل قيمة PF إلى ٢ر٤.

(٣) لّما كان من المستحيل قياس وتحديد المحتوى المائي ـ الرطوبي للرواسب السطحية في الموقع مباشرة In situ لهذا فقد كان يتم أخذ العينات ووضعها في عبوات خاصة وإغلاقها لولبياً بعد وضع الغشاء اللاصق الخاص، وذلك لمنع أي تسرب للمحتوى المائي في العينة عن طريق التبخر. وقد أُعتُبِرَ تاريخ فتح العينة بعد يوم أو يومين من تاريخ التقاطها وكأنه يمثل تاريخ التقاطها الفعلي In situ وذلك بسبب دقة إغلاقها وإستحالة ضياع محتواها المائي بالتبخر خلال تلك الفترة الزمنية الفاصلة.

(٤) المحتوى المائي للتربة Teneur en eau + humidite du sol يعتبر المحتوى المائي من أهم العوامل التي يتأثر بها النبات. ويتمثل هذا المحتوى في كمية المياه المتسربة عبر مسامات الرواسب والترب والتي تتخذ أشكالاً عدة أهمها ماء الجاذبية الأرضية والماء الشعري بأشكاله المختلفة والماء الهيجروسكوبي. كما يتجلى المحتوى المائي أيضاً على شكل بخار ماء Vapeur d'eau يوجد ضمن ثقوب ومسامات التربة عندما تكون تلك الثقوب والمسامات خالية من الماء السائل (انظر الهوامش الأخرى).

(٥) السعة الحقلية: Capacite au champ وهي كمية الماء التي تظل مسامات التربة ممسكةً بها بعد انتهاء مرحلة التصريف المائي الرأسي السريع، الذي يخضع لقوة الجاذبية الأرضية eau de gravite، عندما تصبح حركة الماء الشعري داخل التربة بطيئة جداً. فبعد سقوط المطر تصل الرواسب السطحية إلى سعتها الحقلية بعد مدة تختلف حسب نوع الرواسب وأحجامها. ففي المنطقة المدروسة حيث تسود الرواسب الرملية لا تزيد تلك المدة عن عدة ساعات وذلك لأن حركة الماء فيها تكون سريعة بسبب اتساع ثقوبها ومساماتها. وبشكل عام يعتبر المحتوى المائي في تربة ما ضمن حدود السعة الحقلية عندما تكون الضغوط التي تمسك بهذا الماء ضمن مسامات التربة معادلة أو تزيد قليلاً عن ٣ر٠ بار أي ٣/١ ضغط جوي أو ما يعادل ٣٢٠ غ / سم٢ وهذا يعني أن PF تعادل (٥ر٢) (الجداول ٧، ٨، ٩، ١٠).

(٦) السعة المائية: Capacite de retention وتتمثل في الكمية القصوى للماء الشعري المتبقي في مسام التربة بعد تسرب ماء الجاذبية كله. فهي تشمل إذن الماء الهيجروسكوبي والماء الشعري بنوعيه القابل للامتصاص من قبل جذور النباتات وغير القابل للامتصاص. ويعتبر المحتوى المائي للتربة في حدود السعة المائية عندما تكون الضغوط والقوى التي تمسك الماء في مسامات التربة (طاقة الاحتواء المائي) معادلة أو تزيد عن ١٠٠٠ غ / سم٢ (١ بار أو ١ ضغط جوي) وعندما يكون معدل PF المرتبط بها في حدود(٣). وفي أغلب الأحيان لا يتأثر المحتوى المائي في حالة السعة المائية بقوة الجاذبية الأرضية بل يشكل في معظمه الاحتياطي المائي للتربة الذي تتمكن النباتات من الإستفادة منه في نموها وبقائها على قيد الحياة.

(٧) نقطة الذبول الدائم Point de fletrissement permanent تتحقق نقطة الذبول الدائم عندما يصبح المحتوى المائي للتربة غير قابل للامتصاص من قبل جذور النباتات. وفي هذه الحالة يكون هذا المحتوى المائي مقتصراً على الماء الهيجروسكوبي والماء الشعري غير القابل للامتصاص، كما تكون طاقة الاحتواء المائي مساوية أو تزيد عن ١٦٠٠٠غ / سم٢ (١٦ بار أو ١٦ ضغط جوي)، وتكون أيضاً قيمة PF معادلة لـ ٢ر٤. وعلى الرغم من خطورة نقطة الذبول الدائم، التي تمثل في الحقيقة احدى الخصائص المميزة للترب والرواسب السطحية، إلا أنه من المعروف حالياً أن هناك العديد من النباتات الجفافية Xerophytes تظل قادرة على امتصاص ماء التربة حتى وإن بلغت طاقة الاحتواء المائي فيها ١٦ بار أي ١٦٠٠٠غ / سم٢. وهكذا فمن الممكن الإستفادة من هذه الحقيقة العلمية وتوظيفها في هذه المنطقة المدروسة عن طريق إستزراع العديد من تلك الأنواع النباتية المقاومة للجفاف والمتلائمة مع خصائص التربة والمناخ.

(٨) نقطة الذبول المؤقت أو العارض Point de fletrissement temporaire ترتبط بالترب والرواسب السطحية التي يكون فيها معدل PF = ٤ وتكون فيها طاقة الاحتواء المائي أكبر من ٠٠٠ر١٠غ / سم٢ (١٠ بار أو ١٠ ضغط جوي). وفي حالة وصول المحتوى المائي إلى نقطة الذبول المؤقت يكون قسم من ماء التربة غير قابل للامتصاص من قبل النباتات أو يصعب عليها كثيراً إمتصاصه (طاقة احتواء مائي بين ٠٠٠ر١٠غ / سم٢ و١٦٠٠٠غ / سم وPF يتراوح بين ٤ و٢ر٤). وفي هذه الحالة يتوقف نمو النباتات التي تتدارك الوضع الحرج فتقوم باغلاق مساماتها لكي تحد من عملية النتح الى أقصى حد ممكن وبهذا تتمكن من البقاء على قيد الحياة.

(٩) **ماء الجاذبية الأرضية** Eau de gravite هـو الماء الـذي يملأ بشكـلٍ آني كافـة الفراغـات والمسامـات الكبيرة في الرواسب السطحية ويكون خاضعاً في حركته للثقالة وللجاذبية الأرضية، وتـتراوح طاقـة الاحتواء المائي في حالة ماء الجاذبيـة بين ٠٠غ / سم٢ و١٠٠٠غ / سم٢ كما تتراوح درجـة PF بين (∞ و٣). ويمكن أن نميِّز، إستناداً الى سرعة التسرب الرأسي لماء الجاذبية، بين:

- ماء الجاذبيـة ذو التسرب الرأسي السريـع، حيث تتراوح طـاقة الاحتـواء المائي بـين ٠٠غ / سم٢ و١٦٠غ / سم٢، ودرجة PF بين (∞ و٢ر٢).
- ماء الجاذبيـة ذو التسرب الرأسي البـطيء حيث تتراوح طـاقة الاحتـواء المائي بـين ١٦٠غ / سم٢ و١٠٠٠غ / سم٢ كما تتراوح درجة PF المرتبطة بها بـين (٢ر٢ و٣). وفي جميع الحـالات يظل مـاء الجاذبية الأرضية متاحاً وتحت تصرف النباتات التي يمكنها أن تمتص منه كميات كبيرة تساعـدها عـلى النمو والازدهار.

(١٠) **الماء الهيجروسكوبي** Eau hygroscopique ويتمثل في المحتوى المائي غير المتاح للامتصاص النباتي، ذلك لأن هذا الماء يكون ملتحماً مع سطح حبيبات التربة ومشدوداً لها بقـوة تفوق قـوة الامتصاص الجذري. وتختلف كمية الماء الهيجروسكوبي في الترب بـاختلاف تـركيبها الميكـانيكي حيث تكون أكبر في الترب الطينية منها في الترب الرملية كبـيرة الحبيبات. وتبلغ طـاقة الاحتـواء المائي في حـالة الماء الهيجروسكوبي حداً يزيد على ١٠٠٠٠٠ر١٠٠غ / سم٢ وتكون قيمـة PF أكبر من (٥). (جـدول ٧ وجدول ٨).

(١١) **المـاء الشعري القـابل لـلامتصاص:** Eau capillaire absorbable هـو الماء الـذي يمـلأ المسـامـات المتـوسطة الحجم في الـتربة حيث تـتراوح طاقـة الاحتواء المـائي بـين ١٠٠٠ و١٦٠٠٠غ / سم٢ (٢ر٤< = PF = <٣)، ويمكن تصنيف هذا الماء بحسب قابليته لـلامتصاص من قبـل النباتـات الى:

- مـاء شعـري يسهـل إمتصـاصـه: حيث تـتراوح طـاقـة الاحتـواء المـائي بـين ٣٠٠٠ و٠٠٠ر١٠غ / سم٢ (٤< = PF > ٥ر٣). فعنـدما تتجـاوز درجة PF ٥ر٣ تصبـح كميـة المـاء المتاحة للنباتات في التربة أقل وتصبح هذه الكمية غير كافية لتحقيق النمو النبـاتي الأمثل ممـا يؤدي الى تضـاؤل عملية النمـو النباتي التي تتـوقف في معظمهـا عندمـا تصل طـاقة الاحتـواء المـائي إلى ٠٠٠ر١٠غ / سم٢ ودرجة PF الى ٤.
- مـاء شعـري من الصعب جـداً إمتصـاصـه: حيث تـتراوح طـاقـة الاحتـواء بـين ٠٠٠ر١٠ و١٦٠٠٠غ / سم٢ (٢ر٤> PF= <٤)، ويصبـح معهـا من الصعب، الى حـدٍ كبـير، عـلى النباتات أن تمتص من المحتوى المائي للتربة حاجتها التي تؤمن لها استمرار عملية النمو النباتي.

(١٢) **الماء الشعري غير القابل للامتصـاص** Eau capillaire non absorbable وهو المـاء الذي تحتجـزه في مسام التربـة طاقـةُ إحتواء كبـيرة، تتراوح بـين ١٦٠٠٠ و٠٠٠ر١٠٠غ / سم٢ (٥> = PF= > ٢ر٤)، تصبح معها عملية إمتصاص جذور معظم النباتات لهذا الماء، عن طريقة ظاهرة الانتشـار الغشائي (الاسموزية)، مستحيلة.

(١٣) **مفهـوم الماء المفيـد والقـابـل لـلاستخـدام من قبـل النبـات** Notion d'eau utile يـرى ديشـوفـور (Duchauffour p.1970) أن مفهوم الماء المفيد يتحدد من خلال كمية المحتوى المائي للتربة في حالـة

السعة الحقلية من المحتوى المائي لنفس التربة عندما تبلغ طاقة الاحتـواء المائي فيهـا نقطة الـذبول الدائم، وهو يقترح الصيغة التالية :

$$EU = H(PF\ 2,2) - (PF\ 4,2)$$

حيث EU = الماء المفيد والقابل للاستخدام من قبل النبات .

H = محتوى التربة من الماء .

(جدول ٩) جدول تمثيلي يوضح حالات الماء في الترب والرواسب السطحية والقيم المميزة لطاقة الاحتواء المائي وعلاقاتها بالحياة النباتية

النقطة	PF	طاقة الاحتواء المائي غ / سم٢
درجة الإشباع	0	∞
السعة الحقلية	٢٫٢	١٦٠
	٢٫٥	٣٢٠
السعة المائية	٣٫٠	١٠٠٠
نقطة تباطؤ النمو النباتي	٣٫٥	٣٠٠٠
نقطة الذبول المؤقت او العارض	٤٫٠	١٠٠٠٠
نقطة الذبول الدائم	٤٫٢	١٦٠٠٠

حالة الماء في التربة وفي الرواسب السطحية	ماء شعري غير قابل للامتصاص	ماء شعري يصعب كثيراً على النبات إمتصاصه	ماء شعري يصعب امتصاصه من قبل النباتات	ماء شعري قابل للامتصاص من قبل النباتات	ماء الجاذبية ذو التسرب الرأسي البطيء	ماء الجاذبية ذو التسرب الرأسي السريع

(جدول ١٠) القيم المميِّزة للمحتوى المائي في الرواسب السطحية وعلاقتها بطاقة الاحتواء المائي ومعدلات الـ PF

طاقة الاحتواء المائي غ/سم	قيمة PF	حالة الماء في التربة وفي الرواسب السطحية	الأوضاع المميِّزة للمحتوى المائي في الرواسب السطحية
١٦٠	٢ر٢	ماء الجاذبية ذو التسرب الرأسي	السعة الحقلية
٣٢٠	٥ر٢	ماء الجاذبية ذو التسرب الرأسي البطيء	
١٠٠٠	٠ر٣	ماء شعري قابل للامتصاص من قبل النبات	السعة المائية
٣٠٠٠	٥ر٣	ماء شعري يصعب على النبات امتصاصه	نقطة تباطؤ النمو النباتي
١٠٠٠٠	٠ر٤	ماء شعري يصعب كثيراً على النبات امتصاصه	نقطة الذبول المؤقت أو العارض
١٦٠٠٠	٢ر٤	ماء شعري غير قابل للامتصاص	نقطة الذبول الدائم

مراجع البحث

أولاً: المراجع العربية:

١ ـ السيد السيد الحسيني (١٩٨٨) «جيومورفولوجية منطقة الخيران جنوب الكويت» اصدار خاص من وحدة البحث والترجمة ـ قسم الجغرافية بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية.

٢ ـ عادل عبد السلام (١٩٧٥) «جال الزور هل هو جرف صدعي أم حتّى، مجلة كلية الآداب والتربية ـ جامعة الكويت ـ العدد ٨، ص ٨٣ ـ ٩٣.

٣ ـ طيبة عبد المحسن العصفور ومحمد اسماعيل الشيخ (١٩٨٧) «حول بعض المظاهر الجيومورفولوجية المرتبطة بالتطرف المناخي في الكويت» مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية ـ الكويت ـ العدد ٥٢ السنة ١٧ ص٢١ـ٥٠.

٤ ـ عبد الحميد أحمد كليو ومحمد اسماعيل الشيخ (١٩٨٦) «نباك الساحل الشمالي في دولة الكويت ـ دراسة جيومورفولوجية»، وحدة البحث والترجمة ـ قسم الجغرافية بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية.

٥ ـ عبد الحميد أحمد كليو (١٩٨٨) «أودية حافة جال الزور بالكويت، تحليل جيومورفولوجي» اصدار خاص من وحدة البحث والترجمة ـ قسم الجغرافية بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية.

٦ ـ محمود عبدو العودات وآخرون (١٩٨٥) «الجغرافية النباتية» عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود ـ الرياض.

٧ ـ محمد عبد الرحمن الصرعاوي (١٩٨٩) «جيومورفولوجيا جال الزور الكويت» منشور في الكويت.

٨ ـ مراقبة المناخ ـ إدارة الأرصاد الجوية ـ الإدارة العامة للطيران المدني بدولة الكويت» ملخصات مناخية خاصة بمحطة مطار الكويت الدولي (١٩٥٨ ـ ١٩٩٠).

ثانياً: الخرائط:

١ ـ الخرائط الطبوغرافية مقياس ١/٥٠٠٠٠ (١٩٧٦) التي تغطي منطقة الدراسة (لوحتان).

٢ ـ الخرائط الطبوغرافية مقياس ١/٢٥٠٠٠ (١٩٧٨) التي تغطي منطقة الدراسة (٣ لوحات).

٣ ـ الخرائط الجوية مقياس ١/١٠٠٠٠ التي تغطي منطقة الدراسة (٤ لوحات).

ثالثاً ـ المراجع الاجنبية:

1. AL-Asfour, T.A. (1982): Changing sea-level along the North coast of Kuwait Bay, Kegan Paul, London, 186 PP.
2. AL-Sarawi, M. (1982): The origin of the Jal-Az-Zor Escarpment, J. of the University of Kuwait (Science) vol. 9, no. 1, PP. 151-162.
3. AL-Sarawi, M. (1988); Morphology and facies of alluvial fans in Kadhmah Bay, Kuwait. Jou. Sed. Petrology, Vol. 58, no. 5.
4. Blanck, J.P., Cloots-Hirsch, A.R. (1980): Incidence de la sécheresse sur l'éqeulibre des milieux naturels au Sahel: étude écodynamique de la région de Maradi (Niger). Colloque SEPAN-RIT, Bordeaux, France.
5. Blanck, J.P., Gobert, A. (1982): Un aspect du milieu naturel: le région de Maradi (Niger). Annales de Géog. no. 505, PP. 305-339.
6. Duchauffour, P. (1970): Précis de Pédologie. Paris, Masson, 481 P.

7. EL-Cheikh, M.I. (1988): L'agressivité du climat et le problème de l'eau potable au Kuwait (Arabie), Annals de Géogr., no. 450, PP. 150-170.

8. Khalaf, F., Gharib, I. and AL-Hashash, M. (1984): Types and caracteristics of the recent surface deposits of Kuwait, Arabian Gulf Journal of Arid Environments, Vol. 7, PP. 9-33.

9. Picha, F. and Saleh, A. (1977): Quaternary sediments in Kuwait, Jou. of the Univ. of Kuwait (Science), no. 4, PP. 169-185.

10. Salman, A.M.S. (1979): Geology of Jal-Az-Zor - AL-Liyah area, Kuwait. Master Thesis, Kuwait University (Unpubl.), 128 P.

المصطلحات العلمية والتقنية الواردة في البحث باللغات الثلاث العربية والانكليزية والفرنسية بحسب تسلسل ورودها في البحث

المصطلح بالعربية	المصطلح بالانكليزية	المصطلح بالفرنسية
١ ـ محمية طبيعية	National Park	1 - Parc National
٢ ـ طاقة الاحتواء المائي	Soil Water Capacity	2 - Potentiel matriciel
٣ ـ لوغاريتم طاقة الاحتواء المائي في التربة	PF	3 - PF
٤ ـ علم الترب (بيدولوجيا)	Pedology	4 - Pédologie
٥ ـ الماء المتاح أو المتيسر	Available Water	5 - Eau disponible
٦ ـ أثر الخاصية الشعرية	Capillary action	6 - Actions capillaires
٧ ـ الضغط الغشائي الاسموزي	Osmotic Pression	7 - Pression osmotique
٨ ـ التحام الماء بذرات التربة	Adhesion	8 - Adhésion
٩ ـ الماء غير المتاح أو غير المتيسر	Non available water	9 - Eau indisponible
١٠ـ النباتات الجفافية	Xerophytes	10 - Xérophytes
١١ـ في الموقع (أي الخصائص الأصلية في الموقع)	In situ	11 - In situ
١٢ـ جهاز مسجل المطر	Hyetograph	12 - Pluviographe
١٣ـ المتبخرات	Evaporites	13 - Evaporites
١٤ـ التحليل الحبيبي	Granulometry	14 - Granulométrie
١٥ـ عدم التوافق، عدم الانسجام	Unconformity	15 - Discordance
١٦ـ التحليل الميكانيكي للرواسب	Mechanical Analysis	16 - Analyse mécanique
١٧ـ الأشكال والظاهرات الدقيقة	Microforms	17 - Microformes
١٨ـ حداريب، تموجات رملية	Sand ripples	18 - Bourrelets en vagues
١٩ـ تشكيلة فارس الأدنى	Lower Fars	19 - Fars inférieure
٢٠ـ عصر البلايستوسين	Polestocene	20 - Pliestocène
٢١ـ معدلات التبخر الممكن		21 - E.P. Evaporation Potentielle
٢٢ـ درجة اشباع الهواء	Saturation	22 - Saturation
٢٣ـ درجة القحولة	Aridity Degree	23 - Degré d'aridité
٢٤ـ التركز	Intensity	24 - Intensité
٢٥ـ المحتوى المائي للتربة	Soil Water Content	25 - Teneur en eau du sol
٢٦ـ رطوبة التربة	Soil Moisutre	26 - Humidité du sol
٢٧ـ نمط موحد (نمطي)	Uniformity	27 - Unimodale
٢٨ـ حالة أو وضع الماء في التربة	Soil Water State	28 - Etat de l'eau du sol

29 - Capacité au champ	Field Capacity	٢٩ـ السعة الحقلية
30 - Capacité de rétention	Water Capacity	٣٠ـ السعة المائية
31 - Point de flétrissement permanent	Permanent Wilting	٣١ـ نقطة الذبول الدائم
32 - Point de flétrissement temporaire	Transient Wilting	٣٢ـ نقطة الذبول العارضي أو المؤقت
33 - Eau de gravité	Gravitational Water	٣٣ـ ماء الجاذبية الأرضية
34 - Eau capillaire absorbable	Capillary Absorbable Water	٣٤ـ الماء الشعري القابل للامتصاص
35 - Eau capillaire non absorbable	Capillary no absorbable Water	٣٥ـ الماء الشعري غير القابل للامتصاص
36 - Eau hygroscopique	Hygroscopic Water	٣٦ـ الماء الهيجروسكوبي
37 - Notion d'eau utile	Useful Water Notion	٣٧ـ مفهوم الماء النافع المفيد للنبات
38 - Facteurs climatiques	Climatic Factors	٣٨ـ العوامل المناخية
39 - Factuers édaphiques	Edaphic Factors	٣٩ـ العوامل المتعلقة بخصائص التربة والصخر الأم.
40 - Texture du sol	Soil Texture	٤٠ـ قوام التربة
41 - Ecoulement hypodermique	Inter-flow	٤١ـ الجريان المائي تحت سطح الأرض مباشرة
42 - Applicable	Applicable	٤٢ـ قابلة للتطبيق
43 - Halophytes	Halophytes	٤٣ـ النباتات المقاومة للملوحة
44 - Ephéméphytes	Ephemerals	٤٤ـ أعشاب حولية سريعة الزوال
45 - Mésophytes	Mesophytes	٤٥ـ نباتات متوسطة الحاجة للماء

فهرس الأشكال

فهرس الجداول

الصفحة

فهرس الصور الملحقة بالبحث

محتويات البحث

الصفحة

طباعة مطابع الخط - الكويت
تلفون : ٤٨٤٤٥٤٥ - ٤٨٤٤٩٤٩ - ٤٨١٧٠٤٨



طبع هذا الكتاب بدعم مالي من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

هذا الكتاب

إن خطط التخضير التي دأبت حكومة الكويت من خلال هيئاتها ومؤسساتها المختصة على تنفيذها والدعوة إليها تحتاج إلى عديد من الدراسات العلمية المتعمقة الهادفة إلى معرفة بالأرض التي ستنفذ عليها تلك الخطط والامكانيات الطبيعية التي تتضمنها عناصرها الجيمورفولوجية المختلفة. ومن هنا كان هذا الكتاب الذي يتناول دراسة علمية تفصيلية لمنطقة كاظمة الواقعة شمال جون الكويت.

ويركز هذا البحث على استكشاف الدور الذي تلعبه الخصائص الفيزيائية للتشكيلات السطحية في منطقة الدراسة، واختلاف محتواها المائي في الفصول المختلفة، وأثر كل ذلك على النباتات الطبيعية أو تلك التي سيتم زراعتها في المنطقة. وقد تم الاعتماد على الدراسة الميدانية بشكل أساسي، ثم على الفحوص المخبرية بالإضافة إلى المصادر المختلفة التي تناولت هذه المنطقة بالدراسة والتحليل.

ويأتي الاهتمام بهذه المنطقة لأهميتها التاريخية وصيتها الذائع في التراث العربي، باعتبارها من مرابع العرب الخصبة التي تردد ذكرها في الشعر العربي القديم، ثم لقربها من مدينة الكويت، وقد سبق أن اقترحت هذه المنطقة لتكون حديقة وطنية ورئة طبيعية للكويت.

ويمثل هذا الكتاب واحدا من سلسلة من الكتب التي تناولت جوانب مختلفة من جغرافية الكويت أصدرتها وحدة البحث والترجمة بقسم الجغرافيا بجامعة الكويت بالتعاون مع الجمعية الجغرافية الكويتية وقد تفضلت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي بالمساعدة في نشرها تأكيدا للأهداف التي تسعى إليها المؤسسة في دعم البحث العلمي بدولة الكويت.

